COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JANVIER 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques remarques sur le prolongement des fonctions.* Note de M. Émile Picard.

« Dans l'avant-dernier numéro des *Comptes rendus,* M. Fabry a fait quelques remarques d'un grand intérêt sur la notion du prolongement d'une fonction. Il se place au même point de vue que M. Borel dans sa thèse, et cherche à généraliser la notion de prolongement d'une fonction devenue classique en Analyse depuis les travaux de Weierstrass. En lisant autrefois la thèse de M. Borel, j'avais eu à ce sujet une idée qui, convenablement poursuivie et précisée, pourrait peut-être conduire à quelques résultats. Il est clair que, si l'on ne se borne pas, comme Weierstrass, à un prolongement *analytique,* le problème devient très indéterminé; cependant, on peut ne pas abandonner complètement le point de vue du

prolongement analytique, mais *en augmentant le nombre des variables*. Prenons, par exemple, la partie réelle $u(x, y)$ d'une fonction analytique de $z = x + iy$, qui aurait pour coupure une certaine courbe fermée C; la fonction u est définie à l'intérieur de C et n'a aucune signification en dehors de C en se plaçant au point de vue usuel. Or, supposons qu'on puisse trouver une fonction *analytique* réelle

$$F(x, y, t)$$

des trois variables réelles x, y et t, fonction définie pour toute valeur réelle de x, y et t (quand t n'est pas nul), et pour toute valeur de (x, y) correspondant à un point non situé sur la courbe C, quand t est nul. On suppose de plus que l'on ait dans C

$$F(x, y, 0) = u(x, y).$$

On peut alors aller d'un point A (à l'intérieur de C) à un point B (à l'extérieur) sans franchir C, en cheminant dans l'espace (x, y, t); on fait ainsi une succession de prolongements analytiques et l'on arrive en B avec une valeur déterminée. J'ajoute que les fonctions analytiques réelles de plusieurs variables réelles, que nous considérons ici, doivent être définies comme je l'ai fait au tome II de mon *Traité d'Analyse* (p. 18).

» Je me contenterai de donner un exemple. Prenons, dans un cas particulier très simple, la fonction considérée par M. Borel

$$\sum \frac{A_n}{z - a_n}. \tag{1}$$

» Je suppose, pour fixer les idées, que les points a_n soient des points de la circonférence C de rayon *un*, dont l'argument est commensurable avec 2π. Quant aux A_n, ce sont des quantités positives, et la série ΣA_n est convergente. Nous avons

$$u(x, y) = \sum \frac{A_n(x - \alpha_n)}{(x - \alpha_n)^2 + (y - \beta_n)^2} \qquad (a_n = \alpha_n + i\beta_n).$$

» Il suffira de prendre

$$F(x, y, t) = \sum \frac{A_n(x - \alpha_n)}{(x - \alpha_n)^2 + (y - \beta_n)^2 + t^2}$$

pour avoir une fonction répondant aux conditions demandées, et ainsi nous relions en quelque sorte analytiquement les valeurs de la série (1) à

l'intérieur et à l'extérieur de la circonférence C, en sortant du plan de cette circonférence.

» Sous la forme générale qui a été indiquée, le problème proposé présente évidemment une très grande indétermination. Mais, si nous partons d'une fonction $u(x, y)$ considérée pour l'ensemble de son domaine naturel (au sens de Weierstrass), et si l'on est conduit par la voie indiquée à définir cette fonction dans une autre région qui soit aussi le domaine naturel de la fonction étendue, il ne semble pas que, dans le cas général au moins, aucune condition supplémentaire s'impose nécessairement. Il se pourrait même que, dans une très large mesure, toute fonction fût, à notre point de vue, le prolongement de toute autre fonction; mais ceci est peut-être la conséquence nécessaire de l'indétermination presque absolue du problème quand on abandonne le point de vue de Weierstrass.

» On peut cependant chercher à restreindre cette indétermination. La voie dans laquelle on pourrait, je crois, arriver à quelque résultat consisterait à introduire dans cette question une équation convenable aux dérivées partielles, relative à la fonction $F(x, y, t)$, équation dans laquelle les coefficients dépendraient de la variable t, *et qui, pour* $t = 0$, *se réduirait à*

$$\frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} = 0.$$

» Il y aurait là un intéressant sujet de recherches touchant à l'étude des singularités des intégrales des équations aux dérivées partielles. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés de l'aluminium.* Note de M. A. Ditte.

« J'ai montré, dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 919), que l'aluminium, loin d'être inaltéré par les agents chimiques, est, au contraire, en raison de sa chaleur d'oxydation considérable, attaqué par le plus grand nombre d'entre eux. Son inaltérabilité n'est qu'apparente et tient à ce que, dans la majeure partie des cas, le métal se revêt immédiatement d'une couche protectrice très mince, mais continue et imperméable, d'alumine ou d'un gaz. Je me propose d'examiner dans cette Note si les réactions demeurent les mêmes quand on opère en présence ou en l'absence de l'air et de montrer que l'altération de l'alumi-

nium est notablement facilitée par l'intervention de l'oxygène et de l'acide carbonique atmosphériques.

» Considérons, par exemple, une solution de sel marin mélangée d'acide acétique, liqueur qui, nous le savons, peut dissoudre l'aluminium, et faisons-la agir, dans un vase ouvert, sur une lame de ce métal qui n'y est plongée qu'en partie. Il est facile de constater que l'attaque est bien plus énergique dans une zone étroite située à la surface de séparation du liquide et de l'air que partout ailleurs. Au bout d'un temps variable avec l'épaisseur de la lame, la portion de celle-ci qui est voisine de la surface liquide est profondément corrodée et la partie immergée est presque entièrement séparée de celle qui est en dehors de la liqueur. C'est qu'en ces points, à l'action du sel marin et de l'acide acétique sur le métal s'est ajoutée celle de l'oxygène; en effet, ce gaz, en se combinant directement à l'aluminium, avec dégagement de 131 calories, le recouvre, dans les circonstances ordinaires, d'une couche imperméable d'alumine qui arrête immédiatement l'action de l'oxygène, tandis qu'il n'en est pas de même dans notre liqueur; l'alumine formée sera dissoute au fur et à mesure par l'acide acétique, de sorte que rien ne s'opposant au contact du métal et de l'oxygène, l'oxydation de l'aluminium continue, et bientôt la lame est corrodée et perforée en même temps que du chlorure aluminique et de l'acétate de soude se dissolvent dans la liqueur.

» Dans les régions de la surface liquide qui sont plus ou moins éloignées de la lame métallique, l'oxygène de l'air qui touche cette surface se dissout, pénètre à l'intérieur de la dissolution et finit par arriver en contact avec le métal; en raison de la difficulté que ce gaz éprouve à traverser les couches liquides, son action est d'autant plus limitée que les régions considérées sont situées à une profondeur plus grande; il n'en est pas moins vrai que la corrosion de l'aluminium résulte à la fois des actions combinées du chlorure de sodium et de l'acide acétique, d'une part, de l'oxygène et de cet acide de l'autre. A la surface même, là où le contact avec l'oxygène est le plus facile, le liquide monte par capillarité le long de la lame, et comme, pendant le cours de l'expérience, la surface s'abaisse légèrement à la suite de l'évaporation du liquide, l'action de l'oxygène s'exerce, non pas sur une ligne, mais sur une bande de faible largeur; les petits trous dont le métal est criblé se répartissent dans cette zone dont la largeur est de 2^{mm} environ.

» Naturellement, tout acide autre que l'acide acétique, mis en présence

de notre solution de sel marin, se comportera comme lui; nous allons constater que l'acide carbonique de l'atmosphère joue un rôle un peu différent.

» Soit une lame d'aluminium partiellement plongée dans une solution de sel marin, en contenant 30gr par litre, par exemple, solution qui, lorsqu'elle est pure, n'agit pas sur l'aluminium, et opérons à la température ordinaire, en laissant l'air arriver librement à la surface de la liqueur; l'altération du métal ne tarde pas à commencer à cette surface, il se recouvre d'une couche d'alumine gélatineuse plus ou moins épaisse, tandis que l'attaque est beaucoup plus lente sur la partie immergée de la lame. Un peu plus tard, on observe, au milieu de la gelée d'alumine, l'apparition de points opaques, blanc mat, qui s'accroissent peu à peu, et, en certains de ses points, le métal immergé se recouvre, lui aussi, de flocons formés par de l'alumine en gelée, mêlée de parties blanches. La dissolution saline, d'abord neutre, ne tarde pas à bleuir le tournesol rouge, et elle devient de plus en plus alcaline à mesure que l'altération du métal va en s'accentuant. On peut se rendre compte aisément de ce qui se produit dans ces circonstances.

» L'oxygène dissous dans la liqueur, celui surtout qui se trouve au voisinage immédiat de la surface libre, oxyde une quantité très faible d'aluminium et recouvre le métal d'une mince couche d'alumine qui ne peut réagir sur le sel marin, puisque la réaction

$$Al^2O^3 + 6NaCl \text{ diss.} = Al^2Cl^6 \text{ diss.} + 3Na^2O \text{ diss.} - 28,7$$

est endothermique, c'est alors que l'acide carbonique de l'air intervient; nous avons, en effet :

$$Al^2O^3 + 6NaCl \text{ diss.} + 3CO^2 \text{ diss.} = Al^2Cl^6 \text{ diss.} + 3CO^2, Na^2O \text{ diss.} + 33,1$$

et le carbonate de soude ainsi formé est, à son tour, susceptible de réagir sur l'aluminium pour donner du bicarbonate de soude et de l'aluminate que l'eau dissocie :

$$\begin{aligned} &Al^2 + 2CO^2, Na^2O \text{ diss.} + 4H^2O \\ &\quad = Al^2O^3, Na^2O \text{ diss.} + 2CO^2, Na^2O, H^2O \text{ diss.} + (104,6 + q) \end{aligned}$$

(q étant la chaleur de formation de l'aluminate à partir de la soude dissoute et de l'alumine hydratée).

» Il se produit donc sur la lame d'aluminium, au contact de l'air, de l'aluminate de soude qui, décomposable par l'eau, donnera lieu à la mise

en liberté de petites quantités d'alumine et de soude; or, celles-ci suffisent pour déterminer des réactions nouvelles; car, grâce aux variations de la température ambiante, la liqueur n'aura pas en tous ses points la même température et la décomposition de l'aluminate alcalin s'accomplira suivant le mécanisme que j'ai indiqué (*Comptes rendus,* t. CXVI, p. 183); il se formera de la soude et de l'alumine trihydratée cristallisée qui, moins soluble dans la soude que l'alumine gélatineuse, sortira du champ de la réaction, empêchera tout équilibre de s'établir et amènera la décomposition graduelle de l'aluminate; celui-ci, en effet, au contact de l'alumine cristallisée, donnera de nouveaux cristaux de cet hydrate, et de la soude, qui redissoudra de l'alumine gélatineuse, de sorte que peu à peu celle-ci se transformera en matière blanche et mate constituée par l'hydrate $Al^2O^3, 3H^2O$. Comme l'alumine en gelée forme une masse dont les divers points sont inégalement perméables à la soude et à l'aluminate alcalin, sa transformation est plus active là où ces substances sont en quantité plus forte, ce qui fait que, pendant un certain temps au moins, on observe sur le métal des dépôts alumineux formés de points blancs d'alumine cristallisée enveloppés d'une couche plus ou moins épaisse d'alumine gélatineuse.

» L'acide carbonique de l'air intervient également dans la transformation; j'ai montré (*Comptes rendus,* t. CXVI, p. 386) que ce gaz peut décomposer une solution d'aluminate alcalin en donnant des cristaux d'alumine trihydratée, un carbonate alcalin, et parfois même, quand la liqueur est relativement riche en carbonate et pauvre en alcali libre, un carbonate double de soude et d'alumine. Ce dernier peut, d'ailleurs, lui-même être décomposé, par l'alcali au contact duquel il se trouve, en carbonate alcalin et alumine cristallisée.

» Il ressort de ce qui précède que l'eau salée pure qui, à l'abri de l'air, n'agit pas sur l'aluminium, l'attaque avec le concours de l'oxygène et de l'acide carbonique de l'atmosphère; il se forme du carbonate et de l'aluminate de soude qui, en présence d'alumine gélatineuse ou d'acide carbonique, donnera lieu à la production d'alumine cristallisée, et celle-ci se rassemblera en flocons et en petites masses plus ou moins épaisses à la surface du métal. Ces masses, adhérentes et perméables, seront alors le siège de réactions plus ou moins actives : comme les liquides se meuvent difficilement à leur intérieur, l'alcali libre ou carbonaté y sera retenu, s'y accumulera en certaines proportions et s'y trouvera en quantité plus grande que dans le liquide ambiant; aux points qu'elles recouvrent, l'aluminium se trouvera donc en contact avec des liqueurs plus riches en soude ou en

carbonate que ne l'est la solution qui le touche aux endroits où sa surface est à nu, son attaque sera plus rapide, et il en résultera des perforations. D'autre part, la difficulté qu'éprouvent les liquides à se mouvoir à l'intérieur des masses d'alumine explique en même temps comment la transformation de l'alumine gélatineuse en hydrate cristallisé ne s'effectue pas simultanément dans toute la masse, mais de préférence en certains de ses points.

» Des expériences, répétées avec des solutions salées renfermant de 5^{gr} à 30^{gr} de sel marin par litre d'eau, ont montré que, quelle que soit la concentration de la liqueur, l'action est la même, d'autant plus lente, bien entendu, que la dilution est plus grande. Dans l'eau de Seine elle-même, une lame d'aluminium est lentement oxydée; au point où elle traverse la surface de l'eau elle se recouvre bientôt d'un enduit gélatineux d'alumine dont l'épaisseur augmente à mesure que l'expérience se prolonge davantage.

» Vient-on à remplacer l'eau salée pure par de l'eau de mer qui, avec le sel marin, renferme d'autres chlorures et des bromures en dissolution, les choses se passent à peu près de la même manière; sous l'influence de l'acide carbonique les chlorures de calcium et de magnésium donneront des réactions exothermiques avec l'alumine provenant de l'oxydation du métal par l'eau ou par l'oxygène :

$$Al^2O^3 + 3MgCl^2 \text{ diss.} + 3CO^2 \text{ diss.} = Al^2Cl^6 \text{ diss.} + 3CO^2, MgO + 22,0$$
$$Al^2O^3 + 3CaCl^2 \text{ diss.} + 3CO^2 \text{ diss.} = Al^2Cl^6 \text{ diss.} + 3CO^2, CaO + 28,6$$

il en sera de même du bromure de sodium :

$$Al^2O^3 + 6NaBr \text{ diss.} + 3CO^2 \text{ diss.} = Al^2Br^6 \text{ diss.} + 3CO^2, Na^2O \text{ diss.} + 36,3$$

les carbonates insolubles de chaux et de magnésie, mélangés à l'alumine trihydratée, formeront sur le métal des enduits insolubles, mais perméables; ils n'empêcheront en rien son attaque par le carbonate alcalin qui viendra, en contact avec lui, former de l'aluminate de soude comme dans le cas du sel marin pur.

» Envisageons maintenant une lame d'aluminium sur laquelle a été déposée une petite quantité d'eau salée; au contact de l'air, l'attaque du métal se fera en donnant un peu de chlorure aluminique et de carbonate de soude qui attaquera l'aluminium avec production d'aluminate alcalin. Celui-ci une fois formé, la présence d'une trace d'alumine gélatineuse ou d'acide carbonique en déterminera la transformation en alumine trihydratée

et en soude; enfin cette dernière dissoudra une quantité correspondante de métal en dégageant de l'hydrogène et produisant de l'aluminate qui, au contact de cristaux d'alumine trihydratée, se dédouble en soude et alumine cristallisée, et ainsi de suite. Il pourra bien arriver qu'avant d'agir sur le métal la soude soit saturée, en totalité ou en partie, par l'acide carbonique de l'air, qui d'ailleurs concourt à la décomposition de l'aluminate et à sa transformation en alumine cristallisée et carbonate alcalin; mais alors c'est celui-ci qui dissoudra l'aluminium, en formant de l'aluminate (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 925). Admettons, pour un instant, que l'eau salée ne s'évapore pas; nous voyons qu'une petite quantité de sel marin suffira pour attaquer, au contact de l'air, une proportion théoriquement indéfinie d'aluminium; en effet, l'alumine hydratée cristallisée, non soluble dans la soude ou son carbonate étendus, sort du champ de la réaction, s'accumule à la surface du métal et y forme un enduit plus ou moins épais, perméable, à l'intérieur duquel les liquides se meuvent avec lenteur et qui se comporte comme une sorte d'éponge déposée à la surface de l'aluminium et imprégnée d'un liquide alcalin qui, par le jeu des réactions, se renouvelle sans cesse tout en oxydant des quantités nouvelles d'aluminium aux dépens de l'eau et de l'oxygène atmosphérique.

» Avec de l'eau salée pure, l'évaporation pourrait bientôt entraver le phénomène en desséchant l'alumine et changeant notre matière spongieuse en un mélange sec d'alumine et de sel marin. Il n'en sera pas de même si le liquide actif est de l'eau de mer qui renferme des substances très hygrométriques (chlorures de magnésium et de calcium, bromure de sodium, etc.). Celles-ci retiendront de l'eau ou condenseront de la vapeur atmosphérique, de manière à empêcher la dessiccation complète de l'enduit, et l'humidité, ainsi retenue, permettra la dissolution de petites quantités de soude, de carbonate et d'aluminate alcalins, qui agiront sur le métal, comme nous venons de l'expliquer.

» En définitive, toutes les fois que de l'aluminium se trouvera, à la fois, en contact avec l'atmosphère, de l'eau salée, de l'eau de mer ou de l'eau saumâtre, les réactions précédemment indiquées se produiront; le métal attaqué se recouvrira d'une couche plus ou moins épaisse, plus ou moins compacte, d'alumine, mélangée d'autres sels, solubles ou non. Si l'aluminium, une fois retiré du liquide, n'est pas entièrement débarrassé de cet enduit, s'il n'a pas subi des lavages convenables qui le dépouillent de toute trace de matière alcaline, son altération continuera de se faire. Partout où la surface extérieure du métal aura laissé pénétrer une trace de sel

marin à son intérieur, partout où un peu d'enduit demeurera adhérent à cette surface, l'attaque continuera lentement, se faisant d'autant mieux que la matière oxydée sera plus hygrométrique et rendra ainsi plus facile la réalisation des réactions précitées. Cet aluminium sera *malade* au même sens que le sont les objets antiques de cuivre qui, ayant été immergés dans des eaux saumâtres, continuent de s'altérer peu à peu dans la terre humide ou dans les musées, phénomène que M. Berthelot a élucidé en montrant (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 768) qu'il a pour causes la formation et la décomposition successives d'un oxychlorure de cuivre; dans le cas de l'aluminium, le cycle des réactions exothermiques qui se reproduisent indéfiniment le change en alumine trihydratée cristallisée; l'oxydation, d'abord superficielle, pénètre de proche en proche jusqu'aux profondeurs de la masse métallique dont elle détermine le gonflement et la désagrégation progressifs. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Histologie de la peau.* *Sur quelques réactions histochimiques de l'éléidine.* Note de M. L. Ranvier.

« L'éléidine se montre au sein des cellules du *stratum granulosum* sous la forme de granulations. Ces granulations se colorent vivement par le carmin, l'hématoxyline et la thionine. L'eau de chaux ne les dissout pas et les rend plus apparentes en gonflant le protoplasma cellulaire. Ces réactions permettent de constater que les cellules épidermiques, en passant du *stratum granulosum* dans le *stratum intermedium*, perdent tout d'un coup leur éléidine granuleuse. A sa place, se trouve une substance homogène, qui se colore plus fortement encore par le carmin. L'éléidine granuleuse s'est transformée en éléidine diffuse. Waldeyer et Unna diraient que la kératohyaline est devenue de l'éléidine; mais ce ne serait là qu'une querelle de mots.

» J'ai trouvé depuis peu un réactif qui permet d'en juger. Ce réactif est la solution de chlorure de sodium à 10 pour 100. Voici comment il faut l'employer : on y laisse, pendant dix heures à peu près, un petit fragment de peau, on le durcit ensuite par l'alcool, puis on y fait des coupes microscopiques que l'on colore au moyen du picrocarminate. Les préparations que l'on obtient ainsi ne laissent plus voir de grains d'éléidine. A leur place, il s'est produit, au niveau du *stratum granulosum*, une teinte rouge uniforme. Sous l'influence de la solution de sel, l'éléidine granuleuse est donc

devenue de l'éléidine diffuse. Un réactif chimique a ainsi déterminé des modifications analogues à celles qui se font naturellement lorsque les cellules épidermiques passent du *stratum granulosum* dans le *stratum intermedium*.

» Il semble que la transformation de l'éléidine granuleuse en éléidine diffuse soit comparable à celle du bleu de Prusse qui, à la suite d'un lavage prolongé, devient soluble ou plutôt colloïde. Cette comparaison paraîtra d'autant plus juste que l'éléidine diffuse est certainement une substance colloïde. Déjà, dans les préparations obtenues simplement à l'aide de l'alcool et du picrocarminate, on constate, comme je l'ai fait remarquer il y a longtemps, qu'à la surface du *stratum lucidum* apparaissent des gouttes et des flaques dont la substance a été exprimée du tissu. Ces flaques, ainsi qu'on peut le voir dans mes anciens dessins, ont souvent des vacuoles. Ces vacuoles sont bien plus grandes et bien plus nombreuses après l'action de la solution de sel à 10 pour 100. Leur développement est exagéré encore si la solution de sel est plus forte, 20 pour 100 par exemple. Les gouttes d'éléidine figurent alors des vésicules habituellement confluentes, dont la paroi seule est colorée par le carmin.

» Je dois donner encore quelques renseignements à ceux qui voudront répéter ces expériences. Si l'on fait agir le chlorure de sodium après l'alcool, les grains d'éléidine ne disparaissent pas. Enfin, si l'on essaye le carmin ou l'hématoxyline sur de la peau qui a séjourné plusieurs années dans l'alcool, les grains d'éléidine, qui cependant sont bien conservés, ne se colorent plus du tout.

» Dans cette Communication, je me suis proposé simplement d'indiquer quelques réactions nouvelles de l'éléidine, afin de faire mieux connaître cette substance encore énigmatique. »

BOTANIQUE. — *Sur la formation du pollen et la réduction chromatique dans le* Naias major. Note de M. L. Guignard.

« L'une des questions les plus controversées pour le moment dans l'étude des éléments reproducteurs, chez les plantes et chez les animaux, consiste à savoir de quelle façon se produit la réduction chromatique présentée par les noyaux sexuels et quelle est l'interprétation que l'on peut tirer de ce phénomène au point de vue des théories de l'hérédité.

» 1. Des observations multiples ont établi que ces noyaux, mâles ou

femelles, possèdent un nombre de chromosomes qui est égal à la moitié de celui que l'on peut considérer comme normal dans les noyaux végétatifs chez une espèce donnée. Dans un Lis, par exemple, les premiers en renferment douze, tandis que les seconds en contiennent vingt-quatre. Si, dans les noyaux végétatifs, le nombre des chromosomes n'atteint pas toujours le chiffre normal et peut varier dans certaines limites, d'ailleurs assez étroites, la variation disparaît dans les noyaux sexuels, chargés de la transmission des propriétés héréditaires; et, malgré les quelques exceptions que l'on a rencontrées, la réduction de moitié dans ces derniers noyaux peut être considérée comme une loi générale, aussi bien chez les plantes que chez les animaux. Cette réduction du nombre des chromosomes dans les éléments sexuels est nécessaire, on le conçoit, pour empêcher qu'il n'aille en doublant à chaque fécondation.

» 2. Mais il ne suffit pas que la réduction soit seulement numérique, il faut aussi qu'elle soit quantitative. Ce résultat est obtenu par la rapidité avec laquelle se succèdent les deux divisions qui s'effectuent dans chacune des cellules-mères des éléments sexuels. L'espace de temps qui s'écoule entre la première et la seconde division ne permet pas aux noyaux d'entrer dans l'état de repos et d'augmenter leur teneur en chromatine, comme c'est le cas pour les noyaux des cellules végétatives.

» 3. Une autre question, importante au point de vue de l'explication des phénomènes de l'hérédité, est celle de savoir si la réduction chromatique, numérique et quantitative, comme on vient de le voir, est ou n'est pas en même temps qualitative dans les noyaux sexuels.

» Tous les phénomènes de la fécondation viennent confirmer l'idée que le filament chromatique du noyau est le substratum matériel des qualités héréditaires. Or, on peut supposer, avec Weismann, que ces qualités sont liées aux granulations ou microsomes du filament, c'est-à-dire à des corps individualisés, auxquels ce savant donne le nom d'*ides*. Les ides, possédant des qualités différentes, sont disposés dans le filament en une série linéaire; de sorte que les chromosomes, ou *idantes,* qui dérivent par segmentation du filament, doivent renfermer des ides de propriétés diverses et, par conséquent, différer qualitativement les uns des autres.

» Le fait le plus important de la division des cellules végétatives consiste dans le dédoublement longitudinal du filament nucléaire, et par suite des chromosomes; chaque microsome chromatique est partagé en deux parties semblables et chaque chromosome distribue, comme on sait, ses deux moitiés entre les deux nouveaux noyaux qui, dès lors, ne diffèrent

pas qualitativement l'un de l'autre et renferment le même nombre d'ides. Mais, d'après Weismann et d'autres auteurs, il n'en serait plus de même dans la division sexuelle : les chromosomes, au lieu de subir le dédoublement longitudinal, se couperaient en travers, d'où une réduction dans le nombre des ides et une différence qualitative dans les nouveaux chromosomes ainsi formés et, par suite, dans les noyaux reproducteurs. C'est là le phénomène que les auteurs précités désignent plus spécialement sous le nom de *division réductionnelle*.

» Comprise dans ce sens, la division réductionnelle a vivement préoccupé les biologistes dans ces dernières années et provoqué, surtout en Zoologie, de très nombreux travaux, dont les uns viennent appuyer l'hypothèse de Weismann, tandis que les autres la contredisent. Le même désaccord règne actuellement entre les botanistes, qui n'ont d'ailleurs rencontré jusqu'ici qu'un fort petit nombre de plantes pouvant se prêter à cette étude.

» Il serait impossible de donner ici un aperçu, même succinct, des multiples contradictions qui existent sous ce rapport. Je me contenterai de résumer les résultats qui m'ont été fournis par une plante aquatique favorable à l'étude du développement du pollen, le *Naias major*.

» 4. Dans cette espèce, le nombre normal des chromosomes dans les noyaux végétatifs est de douze et il se réduit à six dans les noyaux sexuels : c'est le nombre le plus faible que l'on connaisse pour le moment chez les Phanérogames.

» Au cours des divisions qui donnent naissance, dans l'anthère, aux cellules-mères primordiales, lesquelles correspondent aux spermatogonies de la glande mâle des animaux, on retrouve le même nombre de chromosomes que dans les tissus végétatifs, c'est-à-dire douze. Ce n'est donc pas encore pendant cette première période du développement que s'opère la réduction numérique, contrairement à ce que certaines observations récentes tendaient à faire admettre pour d'autres plantes : résultat qui confirme mes recherches antérieures et celles d'autres auteurs sur des espèces différentes.

» Après avoir achevé leur multiplication, les cellules-mères primordiales grossissent et deviennent les cellules-mères définitives du pollen, homologues des spermatocytes des animaux.

» Pour donner les quatre grains de pollen, la cellule-mère doit subir, comme on sait, deux bipartitions successives, qui correspondent aux deux divisions dites de *maturation*, grâce auxquelles le spermatocyte fournit aussi quatre cellules spermatiques.

» A la *première division*, dès les prophases du phénomène, le filament chromatique subit le dédoublement longitudinal et se coupe en six segments qui sont, par le fait même de ce dédoublement, formés chacun de deux moitiés plus ou moins accolées suivant leur longueur. Pendant la contraction et l'épaississement des chromosomes, il apparaît, dans chacune de ces moitiés, une double série de granulations chromatiques, sans que le substratum de linine qui les renferme vienne toutefois à se scinder lui-même suivant sa longueur. Ce phénomène n'en semble pas moins être le prélude d'une seconde scission longitudinale, qui deviendra complète au moment de la métakinèse. Le chromosome primaire peut donc être déjà considéré comme quadruple.

» Au stade de la plaque nucléaire, les chromosomes s'orientent de telle façon que leurs moitiés primitives sont placées de chaque côté du plan équatorial du fuseau nucléaire. Celui-ci présente, comme à l'ordinaire, deux sortes de fils achromatiques, très distincts dans le *Naias :* les uns sont continus d'un pôle à l'autre et sans adhérence avec les chromosomes; les autres sont discontinus à l'équateur du fuseau et forment des faisceaux qui s'insèrent sur les extrémités des chromosomes, tournées vers le centre de figure, et qui se rétracteront pour entraîner ceux-ci vers les pôles.

» Dans chaque chromosome primaire, les deux moitiés ou chromosomes secondaires se séparent ensuite l'une de l'autre pour se diriger en sens inverse vers les pôles. C'est pendant cette séparation que la seconde scission longitudinale, déjà préparée antérieurement, comme on l'a vu, se manifeste dans chaque chromosome secondaire; mais les deux bâtonnets qui deviennent distincts dans celui-ci ne s'isolent pas complètement l'un de l'autre : ils restent soudés par leurs extrémités en contact avec les fils du fuseau et forment ensemble un V plus ou moins ouvert. Les deux nouveaux noyaux reçoivent donc chacun six chromosomes doubles ou six paires de bâtonnets chromatiques.

» A la *seconde division*, qui suit de près la première, on voit réapparaître six chromosomes coudés en leur milieu; le coude sépare deux branches égales et correspond à la pointe du V dans la division précédente; à cet endroit, il y a même parfois interruption de la substance chromatique dans son support de linine. Tout concourt à faire penser que ces chromosomes ne sont autres que les chromosomes secondaires de la première division, qui se sont plus ou moins allongés pendant la reconstitution du noyau et peut-être disposés en un filament unique, sans toutefois perdre leur individualité physiologique.

» Aucune scission longitudinale ne se produit ici dans les chromosomes. Leurs deux branches, ou bâtonnets, se raccourcissent en se contractant et se rapprochent plus ou moins l'une de l'autre sous la forme d'un V, dont la pointe est tournée vers le centre de figure et s'insère, à l'équateur du fuseau, sur les fils achromatiques discontinus et rétractiles. Au stade de la métakinèse, les deux branches du V se rabattent ordinairement l'une sur l'autre, puis elles se séparent à la pointe, pour s'isoler bientôt complètement et se diriger en sens inverse vers les pôles.

» Par conséquent, le caractère essentiel de la seconde division consiste dans la séparation pure et simple des deux bâtonnets de chaque chromosome secondaire. Les noyaux qui en dérivent reçoivent donc chacun six bâtonnets ou chromosomes simples.

» 5. On voit ainsi que, dans le *Naias*, le nombre définitif des chromosomes se trouve déjà réalisé dès les prophases de la première division de la cellule-mère sexuelle.

» Ce résultat concorde avec les observations de Farmer sur la division des cellules-mères des spores chez certaines Hépatiques, telles que le *Pallavicinia decipiens*, et avec celles de Brauer sur les spermatocytes de l'*Ascaris megalocephala*. La même conclusion se dégage des recherches de Méves sur les spermatocytes de la Salamandre; seulement, ici, les deux scissions longitudinales ne s'effectuent pas dès les prophases de la première division, la seconde scission n'ayant lieu qu'après la métakinèse, pendant les anaphases de cette première division. Cette modification n'a qu'une importance secondaire.

» Les faits observés récemment par Belajeff quant au mode de formation et de séparation des chromosomes secondaires dans l'*Iris* sont également en accord avec les données qui précèdent; mais ce savant explique d'une autre façon l'origine des chromosomes primaires de la cellule-mère pollinique, de sorte que ses vues théoriques sont différentes. C'est un point dont la discussion ne peut trouver place dans cette Note (1).

» En résumé, dans le *Naias*, la réduction numérique n'apparaît qu'au moment où la cellule-mère pollinique définitive commence à entrer en division pour donner les quatre grains de pollen. Pendant la première division de cette cellule-mère, chaque chromosome subit deux scissions longitudinales et devient quadruple; pendant la seconde division, il y a

---

(1) Mon travail complet paraîtra sous peu dans les *Archives d'Anatomie microscopique*, dirigées par MM. Balbiani et Ranvier.

simplement distribution à part égale entre les quatre noyaux polliniques des chromosomes déjà formés antérieurement. Mais, par le fait même de la formation de ces chromosomes par scission longitudinale, il n'y a pas de réduction qualitative, et les quatre noyaux peuvent être considérés comme équivalents sous le rapport des propriétés héréditaires. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherches sur l'état chimique des divers éléments contenus dans les produits sidérurgiques. Carbures doubles de fer et d'autres métaux;* par MM. **Ad. Carnot** et **Goutal**.

« Nous nous proposons d'exposer la suite des recherches que nous avons entreprises sur l'état chimique où se trouvent les divers éléments dans les produits de la sidérurgie (1). La présente Note sera consacrée aux *carbures métalliques*.

» Nous avons déjà signalé l'existence de deux carbures doubles de fer et de chrome, de composition bien définie, que nous avions réussi à isoler en opérant sur des aciers chromés et sur des ferrochromes (2), carbures qui répondent aux formules

$$3Fe^3C.Cr^3C^2$$

et

$$Fe^3C.3Cr^3C^2.$$

Quelque temps après (3), M. Perey Williams obtenait, à la très haute température du four électrique, un troisième carbure double, appartenant à la même série,

$$3Fe\,3C.\,2Cr^3C^2.$$

» Depuis cette époque, nos études ont porté sur les carbures doubles que forme le fer avec le tungstène, le molybdène ou le manganèse.

» Tungstène. — Des aciers peu carburés (0,4 à 0,6 pour 100 de carbone) renfermant du tungstène, traités par l'acide chlorhydrique étendu, à l'abri de l'air, nous avaient précédemment donné un résidu métallique, dont la composition répondait à la formule Fe^3Tu (4).

---

(1) *Comptes rendus,* 19 et 26 juillet 1897, 2 mai 1898.

(2) *Ibid.,* 2 mai 1898.

(3) *Ibid.,* 3 octobre 1898.

(4) *Comptes rendus,* 26 juillet 1897.

» En opérant de la même façon sur des aciers beaucoup plus carburés, nous avons isolé un carbure double, attirable à l'aimant, qui est représenté par la formule

$$Fe^3C.TuC.$$

» Les aciers qui ont fourni ce carbure contenaient : l'un (I), 6,1 de tungstène et 2,0 de carbone pour 100; l'autre (II), 7,8 de tungstène et 2,2 de carbone.

» Pulvérisés, traités à chaud par l'acide chlorhydrique étendu de dix fois son volume d'eau, ils ont laissé des résidus insolubles, qui ont été purifiés par l'emploi d'une liqueur lourde (iodure de méthylène), pour être ensuite analysés. Le résultat a été :

	I.	II.	Composition calculée pour Fe^3TuC^2.
Fer	45,13	45,56	44,73
Tungstène	48,28	48,17	48,88
Carbone	6,59	6,26	6,39

» Rappelons que M. P. Williams avait préparé le carbure simple de tungstène TuC au feu de forge et au four électrique en présence d'un excès de fer [1]; que M. Moissan a obtenu au four électrique le carbure Tu^2C et que, de même, au four électrique, M. Williams a produit un mélange du carbure TuC et d'un carbure double, auquel il a attribué la formule $2Fe^3C.3Tu^2C$ [2].

» Molybdène. — Nous avions séparé, dans des aciers au molybdène peu carburés, un alliage qui répondait à la formule Fe^3Mo^2.

» En opérant plus récemment sur des aciers fortement carburés (1,7 à 2,3 pour 100 de carbone), nous avons isolé un carbure double :

$$Fe^3C.Mo^2C.$$

» Le même composé avait été préparé au four électrique par M. P. Williams [3].

» Les aciers qui ont fourni ce résidu par l'attaque à l'acide chlorhydrique et la purification au moyen de liqueurs lourdes contenaient : l'un (I) molybdène 3,9, carbone 1,7 pour 100; l'autre (II) molybdène 3,5, carbone 2,3.

» L'analyse des résidus a donné, pour 100 :

	I.	II.	Composition calculée pour $Fe^3Mo^2C^2$.
Fer	43,30	43,48	43,08
Molybdène	50,57	50,43	50,77
Carbone	6,13	6,09	6,15

» Manganèse. — La recherche des carbures métalliques dans les ferromanganèses

---

(1) *Ibid.*, 13 juin 1898.
(2) *Ibid.*, 12 septembre 1898.
(3) *Comptes rendus*, 3 octobre 1898.

présente de sérieuses difficultés, parce qu'il en peut exister simultanément plusieurs, doués de propriétés fort peu différentes.

» Nous avons dû, pour arriver à les distinguer sûrement, soumettre à l'action de dissolvants multiples plus de trente échantillons, dont les teneurs en manganèse s'échelonnaient entre 25 et 85 pour 100.

» Voici les résultats généraux de cette étude comparative.

» Les ferromanganèses les plus riches sont attaqués par l'eau bouillante; ils donnent naissance à des hydrocarbures liquides et gazeux, mêlés d'hydrogène libre. Ce fait avait été déjà remarqué par Cloëz en 1878 (1) et lui avait suggéré l'hypothèse de l'origine minérale du pétrole et des dégagements gazeux de carbures d'hydrogène, à l'époque même où Mendelejeff proposait une explication analogue.

» L'attaque par l'eau froide est généralement très faible, même lorsque le métal renferme 85 pour 100 de manganèse; elle fournit, d'ailleurs, un mélange complexe, dans lequel domine l'hydrogène. Il paraît légitime de conclure de cette observation que les ferromanganèses ne renferment pas, du moins en proportion notable, le carbure de manganèse simple, Mn^3C, découvert par MM. Troost et Hautefeuille en 1875 (2); car M. Moissan a montré que la décomposition de ce carbure simple par l'eau froide donne naissance à un mélange de méthane et d'hydrogène à volumes égaux, sans hydrocarbure liquide (3).

» Les ferromanganèses de teneur inférieure à 74 pour 100 ne sont plus attaqués d'une façon sensible pour l'eau bouillante, mais ils peuvent l'être encore, même à froid, par l'acide acétique à 5 pour 100.

» Cette action est d'autant plus avancée que les ferromanganèses sont plus riches; le résidu insoluble est de la moitié du poids total sur le métal à 30 pour 100; il n'est plus que du quart sur le métal à 55 pour 100.

» Les alliages riches sont presque entièrement dissous pour l'acide acétique à 5 pour 100. Ils sont de même énergiquement attaqués par les solutions de chlorure d'ammonium, même avec excès d'ammoniaque. Ils se dissolvent lentement, au contraire, dans une solution d'acétate d'ammonium légèrement ammoniacale, portée à l'ébullition. C'est à l'aide de ce réactif que nous avons pu isoler, par une attaque lente, de plusieurs jours, les carbures contenus dans les ferromanganèses les plus riches.

» 1° Nos essais ont porté sur un alliage à 84 pour 100 de manganèse (I) et sur un alliage à 79 pour 100 (II).

» L'attaque par la solution ammoniacale d'acétate d'ammonium, à l'ébullition, à l'abri de l'air, a laissé des résidus cristallins, non magnétiques, inattaquables par l'eau bouillante, solubles dans l'acide acétique très étendu et froid. Ces résidus sont formés d'un carbure double de fer et de manganèse, répondant à la formule

$$Fe^3C.4Mn^3C,$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1248.
(2) *Ibid.*, t. LXXX, p. 909.
(3) *Ibid.*, t. CXXII, p. 421.

car l'analyse a donné :

	I.	II.	Composition calculée $Fe^3Mn^{12}C^5$.
Fer	17,04	18,64	18,92
Manganèse	71,05	74,40	74,32
Carbone (et oxygène)	9,51	6,87	6,76
Silice	2,40	0,09	»

» La présence de la silice dans le n° I est évidemment accidentelle ; ni les lavages répétés, ni le traitement par l'iodure de méthylène, n'ont réussi à l'enlever ; il en est de même d'une certaine quantité d'oxyde de manganèse, mis en liberté par le réactif ammoniacal, et cette difficulté de purification rend parfaitement compte du léger écart de composition observé sur le n° I ; l'analyse du n° II a fourni, au contraire, des résultats en parfait accord avec la formule théorique.

» La teneur de 74 pour 100 de manganèse, correspondant à cette formule $Fe^3C.4Mn^3C$, est précisément celle au-dessous de laquelle les ferromanganèses cessent d'être attaquables par l'eau bouillante, ce qui confirme encore la valeur de cette formule. Ils sont, comme les résidus extraits des alliages riches, dépourvus de propriétés magnétiques, solubles dans le chlorure cuivrique, dans les acides minéraux très étendus et même à froid dans l'acide acétique au $\frac{1}{20}$.

» 2° Les ferromanganèses, dont la teneur est comprise entre 74 et 60 pour 100, traités à froid par l'acide acétique au $\frac{1}{20}$, nous ont donné, comme résidu, un carbure double, cristallin, non magnétique, dont la composition est exprimée par la formule

$$Fe^3C.2Mn^3C.$$

Voici, par exemple, les résultats trouvés en partant d'un échantillon à 70 (I) et d'un autre échantillon à 65 pour 100 (II).

	I.	II.	Composition calculée $Fe^3Mn^6C^3$.
Fer	32,12	31,35	31,46
Manganèse	60,70	61,63	61,82
Carbone	6,74	6,70	6,73
Silice	0,51	0,38	»

» 3° Les produits renfermant de 60 à 35 pour 100 de manganèse, traités de la même façon que les précédents, laissent un mélange de deux carbures doubles, en poudre cristalline, dont l'un est celui que nous venons de faire connaître et dont l'autre n'est pas non plus attirable à l'aimant et répond à la formule

$$2Fe^3C.Mn^3C.$$

» Ce dernier carbure double se conduit comme le précédent vis-à-vis des dissolvants : eau bouillante, acides minéraux et acide acétique étendus et froids, chlorure cuivrique. Il est donc fort difficile de l'obtenir pur en partant de ferromanganèses à teneur plus élevée que 30 pour 100. Cependant, le traitement d'un alliage à 35,70 de

manganèse, avec 57,40 de fer et 6,90 de carbone, nous a fourni un résidu qui a montré, à l'analyse :

		Composition calculée $Fe^6Mn^3C^3$.
Fer	62,32	62,57
Manganèse	30,31	30,72
Carbone	6,96	6,70
Silice	0,28	»

» Ce même carbure double paraît avoir quelque tendance à s'isoler pendant le refroidissement des blocs de ferromanganèse. Ayant observé sur un gros échantillon, provenant de l'usine de Terrenoire, une portion cristallisée en grandes lames (I), tandis que le reste formait une masse à texture cristalline (II), nous les avons analysés et nous avons trouvé :

	I.	II.
Fer	62,42	47,14
Manganèse	30,45	46,19
Carbone combiné	6,80	5,98
Carbone libre	0,10	0,25
Silicium	0,02	0,19

» La partie lamelleuse présentait donc exactement la composition du carbure double $Fe^6Mn^3C^3$. Des séparations aussi nettes sont rares, mais des liquations se produisent souvent dans les ferromanganèses, sans doute à cause de l'écart qui peut exister entre les points de fusion des différents carbures.

» En résumé, nos recherches ont abouti jusqu'ici à démontrer l'existence, dans les produits sidérurgiques, d'un certain nombre de carbures doubles bien définis.

» Dans les aciers chromés et dans les ferrochromes :

$$3\,Fe^3C.Cr^3C^2,$$
$$Fe^3C.3\,Cr^3C^2.$$

» Dans les aciers carburés au tungstène et au molybdène :

$$Fe^3C.TuC,$$
$$Fe^3C.Mo^2C.$$

» Dans les ferromanganèses plus ou moins riches, dont la teneur atteint ou dépasse 30 pour 100 :

$$2\,Fe^3C.Mn^3C$$
$$Fe^3C.2\,Mn^3C,$$
$$Fe^3C.4\,Mn^3C. »$$

EXPLORATIONS SCIENTIFIQUES. — *Première campagne de la* Princesse-Alice IIᵉ. Note de S. A. S. le Prince **Albert Iᵉʳ** de Monaco.

« Les recherches que j'ai poursuivies depuis 1885 dans la région des Açores m'ayant livré à peu près tout ce que je pouvais attendre d'elles, j'ai visité en 1898 les régions polaires afin d'explorer les profondeurs de leurs mers avec les appareils que j'avais imaginés ou modifiés pour mes autres explorations.

» C'était la première campagne d'un navire de 1400 tonnes que je viens de construire afin de remplacer son prédécesseur qui ne correspondait plus à l'envergure de mes travaux et de mes projets.

» J'ai quitté le Havre le 23 juin pour gagner après quelques détours la région du Spitzberg où je suis resté jusqu'à la fin d'août; et je suis rentré au Havre le 20 septembre.

» Voici les personnes qui m'ont donné le concours de leur travail : MM. le capitaine Carr, Brandt, professeur à l'Université de Kiel, Buchanan, Bruce, membre de l'expédition Jackson à la terre François-Joseph, Richard, chef de mon laboratoire, Neuville, préparateur au Muséum de Paris, et Lovatelli, artiste peintre.

Les débuts de la *Princesse-Alice IIᵉ* ont eu lieu dans des conditions qui offrent un intérêt nouveau pour la Science : Sa Majesté l'Empereur d'Allemagne les a consacrés par sa présence avec trois bâtiments.

» La petite escadre a fait alors une sortie de vingt-quatre heures au large de la côte norvégienne un peu plus haut que le cercle polaire, et l'Empereur s'y est préoccupé vivement de tout ce qui peut concerner les recherches océanographiques.

» Avant cette journée j'avais, à l'instigation de M. Rabot, placé deux balises sur le front du glacier du Svartis qui met en communication avec la mer, l'un des plus grands *inlandsis* du nord de l'Europe, et qui occupe le fond d'un fjord de la Norvège. Il sera donc possible d'observer le sens de la marche actuelle de ce glacier.

» Au cours du voyage, vingt-huit sondages explorateurs avec prise d'échantillon du fond ont été réalisés jusqu'à la profondeur de 3310^m; la plupart au-dessus du cercle polaire, et jusqu'à la latitude de 80°34'. Presque toujours ces sondages ont été complétés par des prises de température et des prélèvements d'échantillons d'eau; souvent même ces deux

dernières catégories d'observations ont eu lieu simultanément à plusieurs niveaux; leur total constitue soixante-quatre opérations sans compter celles de la surface.

» Pour ce qui intéresse les courants, je signale et je confirme la présence, sur les côtes orientales de l'île aux Ours et de l'île Hope, de bois flotté et d'écorces de bouleau qui semblent mettre ces deux terres arctiques sous l'unique influence des courants de l'est.

» Les recherches zoologiques ont eu lieu dans les conditions suivantes :

» Trente-quatre opérations pour l'étude du *Plankton* dans une colonne verticale presque constante de 400^{m} depuis la surface, et jusqu'à la latitude de 80° 1′, avec les appareils grand, moyen et petit de Hensen, sous la direction de MM. Brandt et Bruce.

» Quinze coups de chalut jusqu'à la latitude de 80° 1′ et la profondeur maximum de 3310^{m}. Plusieurs ont été donnés au fond des fjords de la Norvège septentrionale et du Spitzberg, au pied même des glaciers, d'autres à côté de la banquise, d'autres encore dans la mer du Groenland.

» Trois descentes de nasses par une profondeur maximum de 1095^{m} et jusqu'à la latitude de 78° 8′.

» Quatorze descentes de trémail dans les fjords de la Norvège et du Spitzberg.

» Les opérations plus particulièrement intéressantes pour la Physique du globe ont eu lieu au voisinage immédiat de la banquise où une température voisine de + 5° a été trouvée plusieurs fois à la surface.

» Au point de vue géologique, l'examen des échantillons rapportés par moi de l'île Hope (qui n'avait jamais été étudiée scientifiquement) et communiqués au géologue suédois Nathorst, montre que l'opinion théorique émise par cet auteur est confirmée par l'expérience et que l'île Hope est jurassique.

» J'ai fait rechercher la faune pélagique des eaux douces du Spitzberg sur toutes les îles et sur toutes les terres que nous avons visitées : le docteur Richard a conduit ce travail.

» Les résultats obtenus pour la Zoologie, et tels qu'ils nous apparaissent si peu de temps après l'expédition, sont les suivants :

» D'une façon générale, les espèces nouvelles ne semblent pas nombreuses, mais la distribution géographique et bathymétrique de certains animaux profitera de notions nouvelles.

» Ma collection océanographique, pour laquelle je construis un musée à

Monaco, croîtra notablement, car la faune des régions arctiques est bien différente de celle des Açores; d'autre part, certains spécimens déjà obtenus par nous dans l'Atlantique à une grande profondeur ont été retrouvés cette fois dans le nord beaucoup plus près de la surface et beaucoup plus vigoureux. Je citerai parmi les espèces intéressantes les Poissons suivants :

» *Centridermichthys uncinatus* et *Lycodes reticulatus* au delà de 80° de lat. et par 430^m de profondeur. *Lycodes frigidus* au delà de 79° de lat. et par 1865^m. *Lycodes Esmarki* au delà de 65° et par 650^m. *Triglops Pingeli* par 76°30′ de lat. et 48^m de profondeur, ainsi que dans un fjord du Spitzberg.

» Les Mollusques ci-après désignés : *Neptunea deformis*, Gastéropode très rare, par 76°45′ de lat. et 186^m de profondeur; *Pilidium radiatum, Buccinum glaciale, Buccinum groenlandicum*, par 76°30′ de lat. et 48^m de profondeur. Des Ascidies du genre *Synoicum* également par 76°30′ lat. Ce dernier dragage fort riche a produit des animaux de tous les groupes appartenant à la faune littorale.

» Les Ophiures : *Ophioscolex glacialis; Ophiopleura arctica; Ophiacantha bidentata; Ophioglypha Sarsi; Ophiocten sericeum*, à diverses profondeurs.

» Des Échinides : *Schizaster fragilis* et *Brissopsis lyrifera; Pourtalesia*, en morceaux; *Spatangus purpureus; Echinocardium flavescens*.

» Des Crinoïdes : *Antedon Eschrichti*, au fond d'un fjord du Spitzberg par 102^m; le même par 80° de latitude et 430^m de profondeur; *Antedon phalangium*, par 65° de latitude et 650^m.

» Une nasse descendue à l'entrée de l'Isfjord, sur la côte ouest du Spitzberg, par 78°8′ de latitude et 398^m de profondeur, a ramené 1775 crevettes rouges (*Pandalus*).

» Une autre a ramené de 1095^m, près des îles Lofoden, des Amphipodes (*Alibrotus littoralis*) de grande taille, qui habitent, sous la forme d'une variété très petite, la zone des marées dans l'océan Glacial.

» Durant toute la campagne, je n'ai rencontré qu'une fois de grands Cétacés en pleine mer (Balénoptères), et deux fois des *Beluga* au fond de deux baies dans l'Isfjord du Spitzberg. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. *Kékulé*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Mendelejeff obtient	28 suffrages,
M. Fischer.	22 »
M. Crookes	5 »

M. **Mendelejeff**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de juger les concours de 1899.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Desmazières. — MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Chatin.

Prix Montagne. — MM. Bornet, Guignard, Van Tieghem, Bonnier, Chatin.

Prix La Fons-Melicocq. — MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Chatin.

Prix Thore. — MM. Bornet, Van Tieghem, Guignard, Perrier, Bonnier.

Prix Savigny. — MM. Milne-Edwards, Perrier, de Lacaze-Duthiers, Filhol, Blanchard.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume de M. *J. Riban* « Traité d'analyse chimique quantitative par électrolyse ». (Présenté par M. Troost.)

2° Des « Recherches géologiques et pétrographiques sur le massif du mont Blanc », par MM. *Louis Duparc* et *Ludovic Mrazec* (Extrait des « Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève », t. XXXIII, n° 1.) (Présenté par M. Michel Lévy.)

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse totale de Lune du 27 décembre 1898, faite à l'observatoire de Besançon.* Note de M. **L.-J. Gruey**, présentée par M. Lœwy.

« L'éclipse est observée à l'équatorial coudé, avec un grossissement de 67, par M. Chofardet.

» Les observations, immersions et émersions ci-dessous, sont faites généralement au centre des monts, pics ou cratères numérotés par Proctor sur la carte de Beer et Maedler.

Entrée de la Lune dans l'ombre pure.... $10^h 10^m 56^s$ près des monts Rooks.

Immersions.			Émersions.		
Numéros.	Noms.	Temps moyen de Besançon.	Numéros.	Noms.	Temps moyen de Besançon.
		h m			h m
272.	Grimaldi........	10.14,3	272.	Grimaldi........	12.56,3
284.	Vieta...........	15,6	140.	Mairan.........	58,1
267.	Hansteen........	17,4	148.	Aristarchus.....	58,3
146.	Reiner..........	20,2	133.	Harpalus........	12.59,6
232.	Gassendi........	21,4	267.	Hansteen.......	13. 2,5
162.	Seleucus........	25,8	479.	»	3,0
144.	Kepler..........	27,8	144.	Kepler..........	4,1
213.	Bullialdus.......	28,1	232.	Gassendi........	7,4
145.	Bessarion.......	30,8	132.	Plato 1er bord...	10,9
186.	Pitatus...	31,2	124.	Pytheas.........	11,3
148.	Aristarchus.....	32,1	132.	Plato 2e bord....	12,3
180.	Tycho..........	32,5	112.	Copernicus......	13,2
479.	»	34,1	121.	Timocharis.....	14,1
112.	Copernicus......	36,4	226.	Campanus......	14,6
125.	Euler...........	38,1	428.	»	17,1
121.	Timocharis......	47,1	120.	Archimedes.....	18,2
99.	Dionysius.......	54,4	186.	Pitatus.........	21,3
71.	Sulpicius gallus..	55,6	180.	Tycho..........	23,0
83.	Aristillus.......	56,3	77.	Eudoxus........	24,3
70.	Menelaus.......	56,8	94.	Triesneckner....	26,3
324.	Capella.........	57,2	95.	Manilius........	29,5
132.	Plato...........	10.59,1	70.	Menelaus.......	32,1
61.	Plinius.........	11. 1,2	486.	»	35,5
328.	Goclenius.......	3,5	317.	Hypatia.........	36,5
57.	Vitruvius.......	4,8	61.	Plinius.........	37,3
77.	Eudoxus........	5,6	57.	Vitruvius.......	40,1

Immersions.			Émersions.		
Numéros.	Noms.	Temps moyen de Besançon.	Numéros.	Noms.	Temps moyen de Besançon.
		h m			h m
327.	Messier.........	11. 6,5	60.	Proclus.........	13.47,3
78.	Aristoteles.....	7,3	328.	Goclenius.......	50,2
59.	Macrobius.......	9,4	4.	Picard..........	51,1
338.	Langrenus......	9,4	327.	Messier.........	51,4
60.	Proclus........	11.11,1	338.	Langrenus......	13.56,5

Sortie de la Lune de l'ombre pure....... $13^h59^m48^s$ près de 347 Kästner.

» L'ombre débute en gris noir et se colore de plus en plus en rouge à mesure qu'elle s'étend sur le disque lunaire.

» A $11^h 18^m$, quelques minutes avant la totalité, sur la direction du diamètre lunaire allant de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest, on rencontre successivement les teintes rouge foncé, rouge clair, gris bleu et finalement un filet verdâtre.

» A partir de ce moment, le diamètre de ces colorations tourne toujours dans le même sens : à 12^h environ, le rouge foncé, qui se voyait à l'est-sud-est, est parvenu au sud; le gris bleu, qui lui était opposé, est arrivé au nord, mais en même temps la bande verte est devenue jaunâtre.

» Après 12^h, ce mouvement de rotation continue encore sans que l'aspect des colorations varie sensiblement; l'extrémité rouge du diamètre des teintes est passée à l'ouest-sud-ouest à $12^h 50^m$.

» A la suite du deuxième contact intérieur, l'ombre est rougeâtre et, en se retirant, prend une teinte grise qui s'accentue de plus en plus.

» Pendant la totalité de l'éclipse, nous avons observé quelques occultations des étoiles que M. Backlund nous avait signalées.

Immersions.				Émersions.			
Étoiles.		Temps moyen de		Étoiles.		Temps moyen de	
Nos.	Grandeurs.	Besançon.	Observateur.	Nos.	Grandeurs.	Besançon.	Observateur.
		h m s				h m s	
39	9,2	11.13.13,4	C	34	9,2	12. 4.45,9	C
45	9,3	11.26.55,2	G	32	9,4	12.12. 7,7	C
46	9,3	11.37. 0,7	G	36	9,3	12.29.22,9	C
53	9,0	12. 6. 6,9	C	39	9,2	12.33.23,2	C
70	9,3	12.55. 5,0	C	45	9,3	12.53.50,0	C

Les initiales G et C, de la colonne *Observateur*, sont celles de MM. Gruey et Chofardet.

» Les immersions des étoiles 45 et 46 se font brusquement, mais elles ne sont observées qu'après leur entrée sur le bord du disque lunaire.

» L'observation de l'étoile 70 est un peu incertaine, car l'immersion se fait près du bord éclairé.

» Le ciel est resté beau pendant toute la durée de ces observations; mais, sur la fin, un assez fort vent du sud agitait le coude de la lunette.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète 1898 ED (Charlois) et de la comète Chase, faites à l'observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé, par M. P. Chofardet.* Note de M. **L.-J. Gruey**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1898	Étoiles.	Temps sidéral de l'observation.	Astre. — Étoile. Ascension droite.	Distance polaire.	Nombre de comparaisons.
		Planète ED (Charlois).			
Déc. 12........	*a*	h m s 5.15.34	m s +0.36,87	— 8.37,6	12:9
		Comète Chase.			
Déc. 8........	*b*	7.44.56	+0.43,78	+ 2.45,4	12:9
21........	*c*	9.41.46	+0.19,97	+ 0.28,2	12:9
21........	*c*	10.13. 2	+0.21,01	+ 0.16,3	9:6
22........	*d*	10.54.16	+1.15,42	— 9.17,3	9:9
23........	*e*	11.51.14	—2.38,65	+ 5.33,0	9:9
24........	*f*	12. 6.15	—1.48,24	— 4. 9,4	9:9
1899.					
Janv. 7........	*g*	8.18.55	+0.59,29	— 9.27,3	9:6
9........	*h*	9.59.18	+0.15,00	— 5. 3,4	9:6

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
a........	Anon. rapp. à 691 Arg. T. VI	h m s 4.37.10,28	s +5,85	68°10′53″,5	—12″,9
b........	AG. Cambridge 5493	10.40.53,37	+4,39	64.53.11,5	+30,4
c........	AG. Cambridge 5587	10.55. 7,93	+4,75	63. 7.44,4	+33,9
d........	AG. Cambridge 5587	10.55. 7,93	+4,78	63. 7.44,4	+34,0
e........	AG. Cambridge 5622	10.59.55,42	+4,78	62.43. 0,4	+34,6
f........	AG. Cambridge 5622	10.59.55,42	+4,81	62.43. 0,4	+34,7
g........	Anon. rapp. à Cambr. 5644	11. 5.50,38	+2,02	60.22.34,3	+17,9
h........	AG. Cambridge 5668	11. 7.24,33	+2,09	59.54.38,6	+18,3

Positions apparentes.

Dates. 1898.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire.	Log. fact. parallaxe.
		Planète ED (Charlois).			
Déc. 12...	11ʰ.48ᵐ.52ˢ	4ʰ.37ᵐ.53ˢ,00	$\bar{2}$,849	68°. 2′. 3″,0	$0,577_n$
		Comète Chase.			
8....	14.33.33	10.41.41,54	$\bar{1},190_n$	64.56.27,3	$0,606_n$
21....	15.38.57	10.55.32,65	$\bar{1},154_n$	63. 8.46,5	$0,502_n$
21....	16.10. 8	10.55.33,69	$\bar{2},918_n$	63. 8.34,7	$0,488_n$
22....	16.47.19	10.56.28,13	$\bar{3},434_n$	62.59. 1,1	$0,481_n$
23....	17.40.12	10.57.21,55	$\bar{1}$,021	62.49. 8,0	$0,486_n$
24....	17.51.15	10.58.11,99	$\bar{1}$,121	62.39.25,7	$0,491_n$
1899.					
Janv. 7....	13. 9.29	11. 6.51,69	$\bar{1},490_n$	60.13.24,9	$0,530_n$
9....	14.41.44	11. 7.41,42	$1,132_n$	59.49.53,5	$0,430_n$

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur des photographies de nébuleuses et d'amas d'étoiles obtenues à l'observatoire de Meudon.* Note de M. **Louis Rabourdin**, présentée par M. Janssen.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une nouvelle série de photographies obtenues avec le grand télescope de l'observatoire de Meudon, pendant l'année 1898 et une partie de 1897. Ces photographies peuvent se diviser en deux groupes : le premier comprenant des amas d'étoiles et le deuxième des nébuleuses.

» Le premier de ces deux groupes est le plus riche, car il représente deux années d'observations. Il se compose comme il suit :

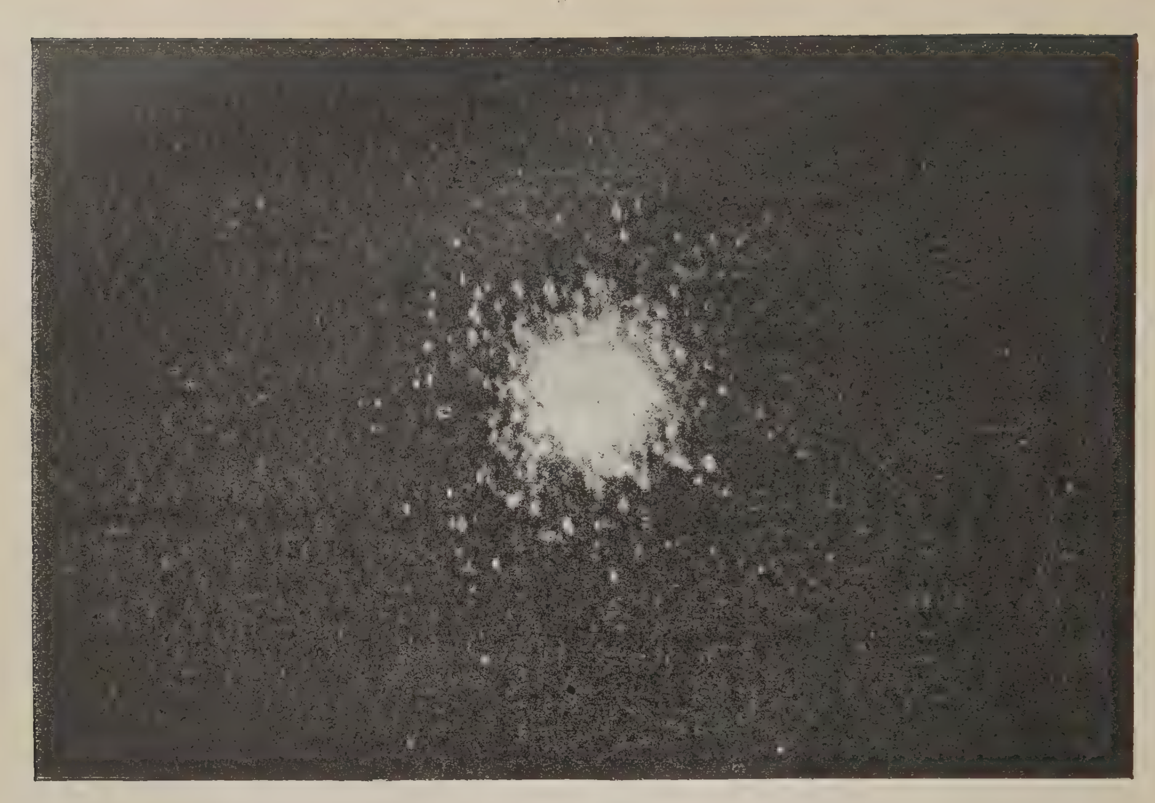
» L'amas d'Ophiuchus; pose une heure, agrandissement 10 fois; étoiles de 10ᵉ grandeur et au-dessous.

» L'amas des Levriers; pose une heure, agrandissement 10 fois; étoiles de 11ᵉ grandeur et au-dessous. Cet amas est tellement resserré qu'il ne forme presque qu'une seule tache, avec seulement quelques petites étoiles autour.

» Un amas de la constellation d'Hercule; pose une heure, agrandissement 10 fois; analogue au précédent.

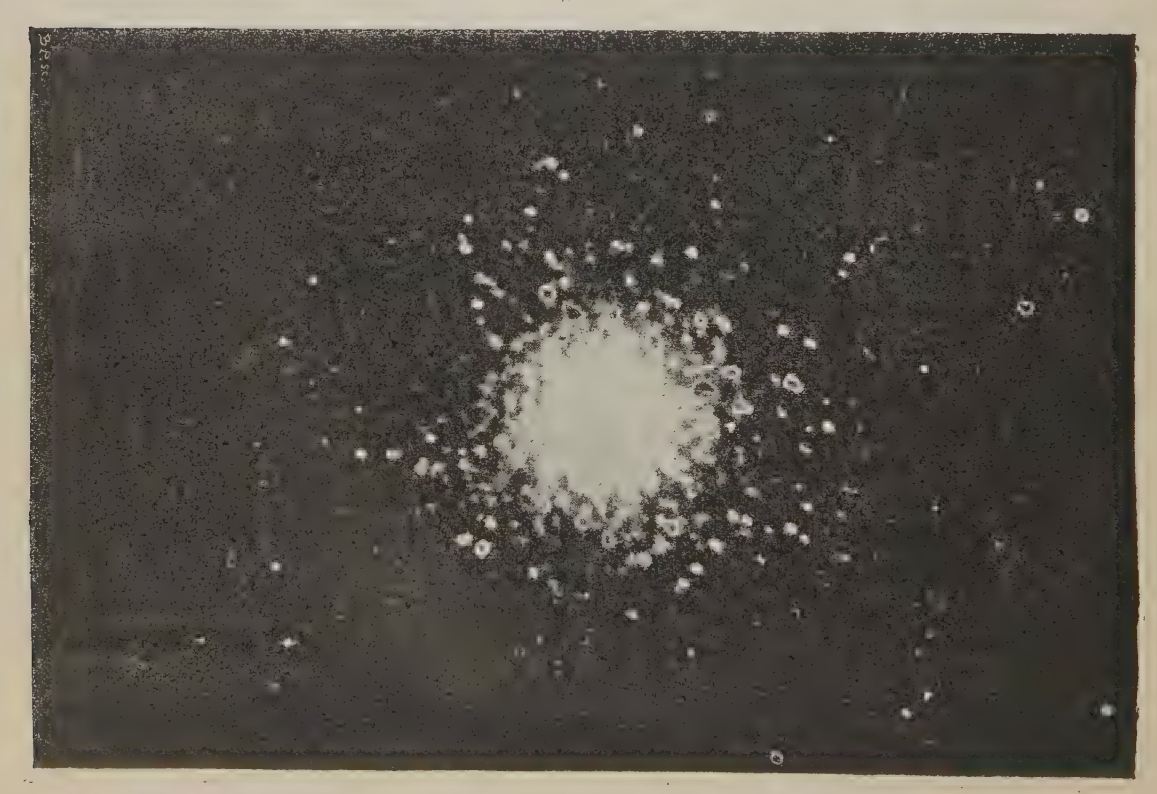
» L'amas de Cassiopée, au contraire, offre un champ étendu de petites étoiles bien

Fig. 1.



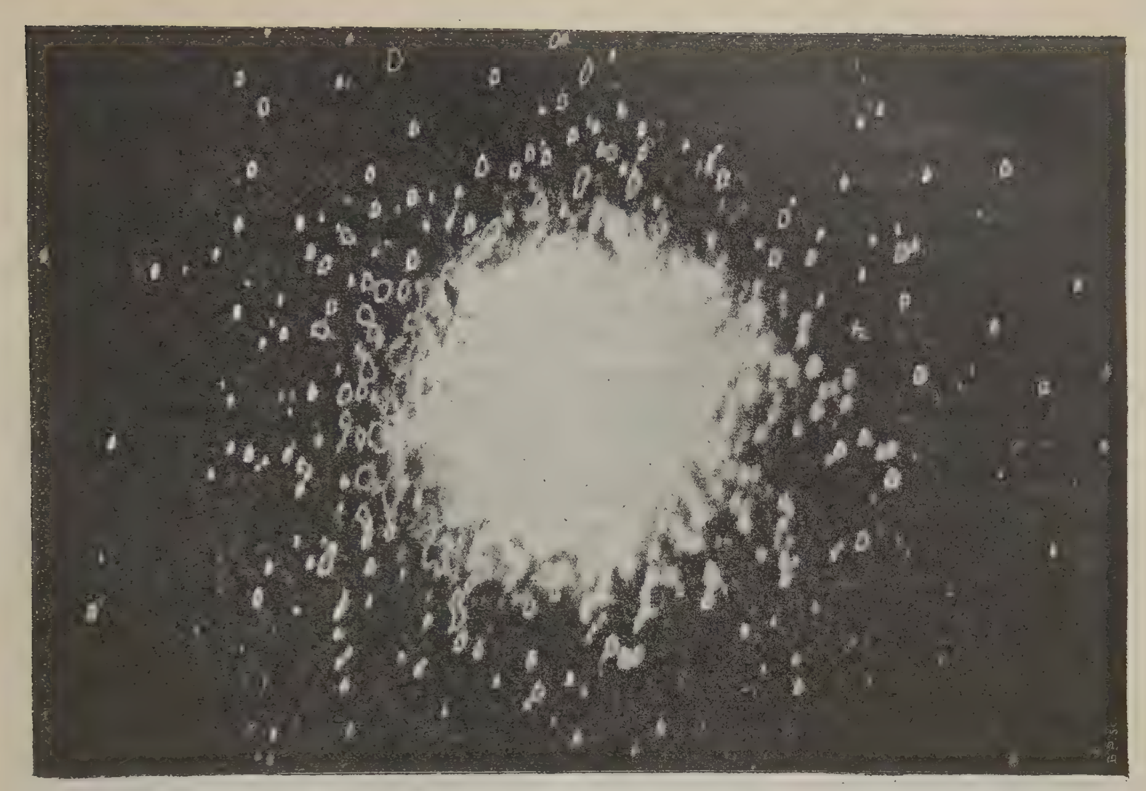
Amas d'Hercule (10 minutes de pose).

Fig. 2.



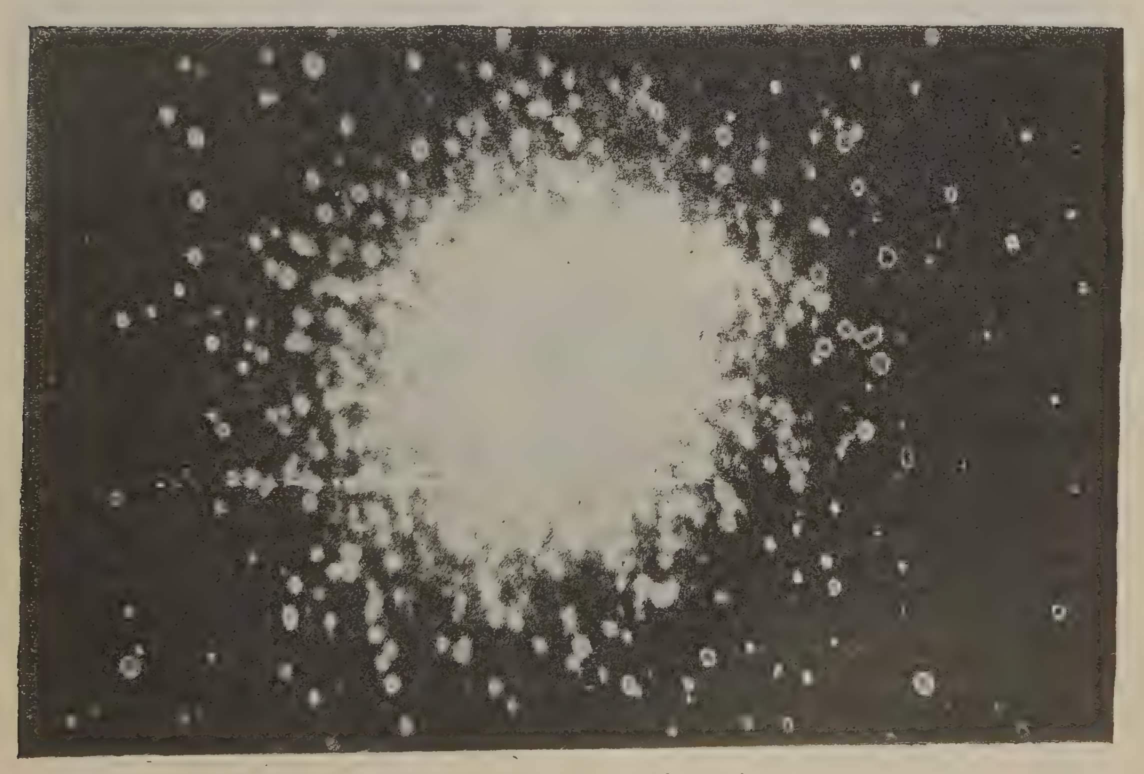
Amas d'Hercule (30 minutes de pose).

Fig. 3.



Amas d'Hercule (1 heure de pose).

Fig. 4.



Amas d'Hercule (2 heures de pose.)

séparées, de 11ᵉ grandeur et au-dessous. Une première photographie, de dix minutes de pose, et une deuxième, de trente minutes, agrandissement 3 fois, nous montrent les richesses de cette région.

» L'amas d'Antinoüs; pose trente minutes, agrandissement 10 fois; étoiles de 9ᵉ grandeur et au-dessous. Amas peu resserré, permettant assez bien de définir les étoiles qui le composent.

» Avec l'amas de Pégase, au contraire, nous rentrons dans les objets très condensés; mais ici, le temps ayant permis de prendre plusieurs épreuves avec différents temps de pose, on obtient l'amas sous des aspects différents et des grandeurs croissantes avec ces mêmes temps de pose. Une première épreuve de dix minutes, agrandissement 10 fois, laisse voir une tache avec quelques étoiles autour. Une seconde épreuve, de vingt minutes de pose, montre une tache plus étendue et le nombre des petites étoiles environnantes considérablement augmenté. Pour la troisième épreuve, de une heure de pose, même agrandissement de 10 fois, on obtient une large tache produite par l'agglomération intense des étoiles du centre et un certain nombre d'autres étoiles du pourtour, dont le nombre va décroissant du centre à l'extérieur. A remarquer les courbes très caractérisées sur lesquelles se trouvent rangés quelques chapelets d'étoiles. La pose de deux heures montre un agrandissement très marqué du disque central de l'amas.

» Voici encore l'amas d'Hercule, avec des poses croissantes de dix minutes (*fig.* 1), trente minutes (*fig.* 2), une heure (*fig.* 3) et deux heures (*fig.* 4), et même agrandissement de dix fois. Ces photographies sont intéressantes à comparer entre elles. Elles montrent bien l'accroissement des renseignements avec les temps de pose, l'intérêt que l'on a à obtenir des clichés avec des durées d'exposition différentes, et justifient le désir légitime des astronomes de pousser aussi loin que possible ces durées d'exposition.

» L'amas d'Hercule ressemble beaucoup, comme allure générale, à l'amas de Pégase; comme lui il a un noyau très dense, des étoiles autour, dont le nombre diminue avec l'éloignement du centre, et enfin, comme lui encore, il possède quelques étoiles disposées en forme de courbe.

» Les deux dernières photographies ont trait à l'amas de la Lyre, étoiles de 11ᵉ grandeur et au-dessous. Une pose de trente minutes, agrandissement dix fois, et une pose d'une heure.

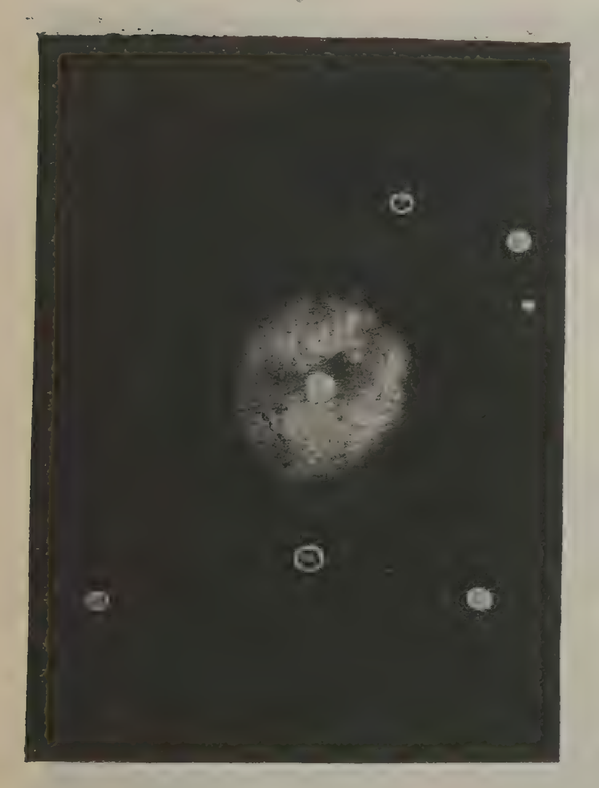
» Beaucoup de ces premières photographies sont encore incomplètes, en ce sens qu'elles auraient besoin d'être entourées d'autres documents, présentant des durées d'exposition différentes, comme pour l'amas d'Hercule et l'amas de Pégase. Cette lacune sera comblée avec le temps; mais l'on peut déjà dire que, grâce à l'excellent télescope de l'observatoire de Meudon, certaines de ces photographies, au contraire, sont allées beaucoup plus loin que ce qui avait été obtenu jusqu'à ce jour dans cette voie. C'est qu'en effet on peut obtenir ici les 20ᵉˢ grandeurs en moins d'une heure de pose, tandis que les instruments de la Carte du Ciel, par exemple, ne donnent que les 16ᵉˢ en une heure vingt minutes d'exposition.

» Le second groupe comporte :

» La nébuleuse de la Grande Ourse (*fig.* 5); pose : une heure trente minutes, agrandissement dix fois. On remarque parfaitement une étoile au centre et les perforations multiples de ce très curieux objet.

» La nébuleuse du Lion (*fig.* 6); pose : deux heures, agrandissement dix fois. Cette

Fig. 5.



Nébuleuse de la Grande-Ourse.

Fig. 6.



Nébuleuse du Lion.

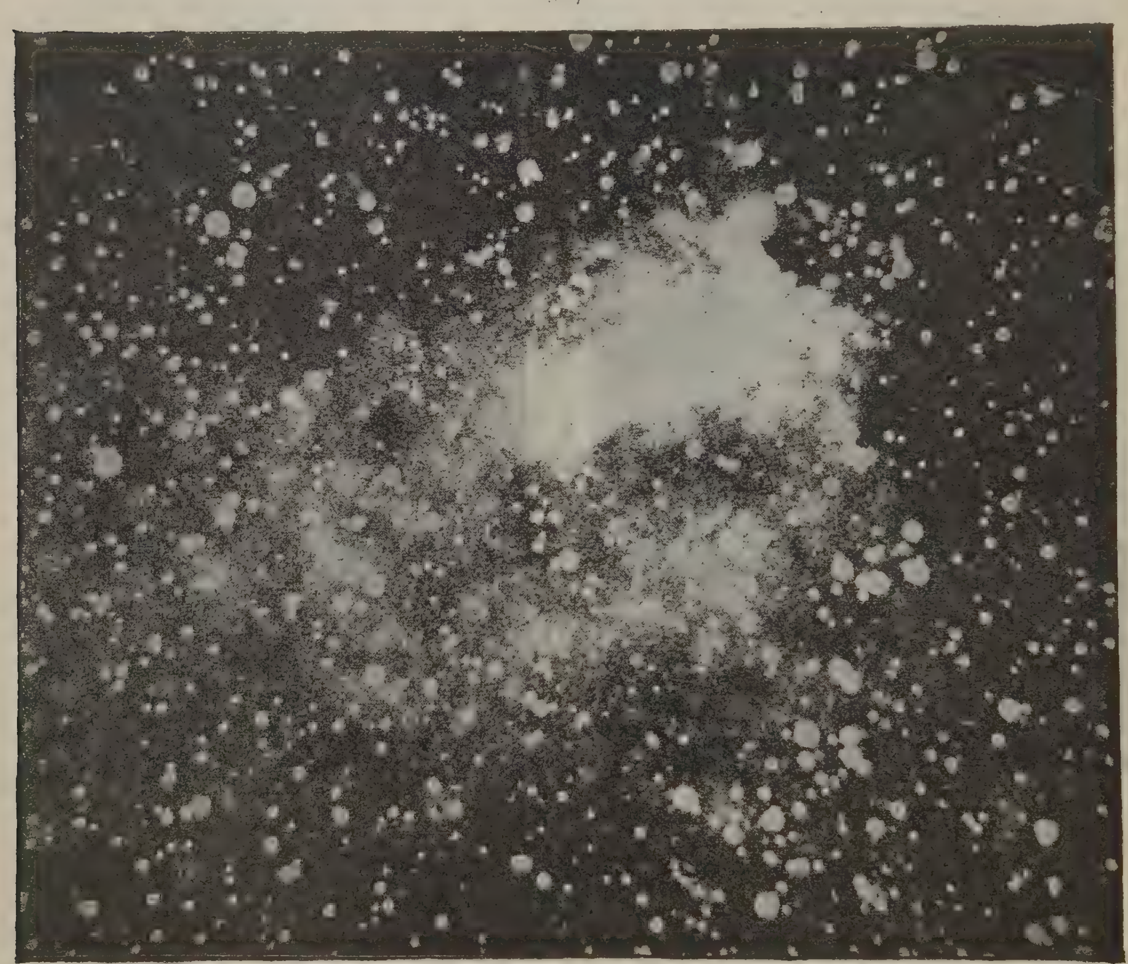
nébuleuse, très condensée au centre, possède des spires très resserrées contre elle-même et pourvues de nodosités qui lui donnent un aspect assez étrange.

» La nébuleuse de l'Écu (*fig.* 7).

» J'appellerai plus particulièrement l'attention sur les résultats fournis par la nébuleuse de l'Écu, qu'aucun dessin ne semble jusqu'à présent avoir pu représenter fidèlement, puisque aucun ne ressemble aux autres; elle avait cependant comme forme générale et caractéristique, si l'on en croit surtout le dessin de John Herschel, l'apparence de la lettre Ω; si bien même que le nom lui en est resté. Si nous consultons le dessin de Lassell, bien que très différent déjà du premier, on peut encore reconnaître l'allure

particulière qui avait fait naître le rapprochement avec la lettre grecque. Mais voici que la Photographie vient de nouveau changer les idées que nous avions de cette forme. Il semblerait d'abord qu'il se soit produit une diminution dans l'intensité de la partie droite du pied de l'Ω, C'est sur la

Fig. 7.



Nébuleuse de l'Écu.

pose d'une heure, agrandissement dix fois, la retombée que l'on voit à droite, immédiatement après le grand crochet. On ne sent plus guère là que quelques étoiles entourées d'une faible nébulosité, alors que, sur le dessin d'Herschel, on constate en cet endroit une sorte de boule très accentuée.

» La pose de deux heures, agrandissement dix fois, montre une image

complète de la nébuleuse, et cet objet se révèle à nous sous une forme annulaire. C'est une nébuleuse perforée, comme la nébuleuse de la Lyre. Comme la nébuleuse de la Lyre, comme aussi la nébuleuse de Dumb-Bell, il y a un maximum de condensation aux extrémités du petit axe et aussi un minimum de condensation aux extrémités du grand axe. Seulement, ici, il y a un maximum de condensation bien plus accentuée d'un côté que de l'autre, et le fameux crochet, le fameux Ω, n'est plus qu'un accessoire, un simple petit crochet, comme si une spire voulait s'ébaucher en cet endroit.

» Cette même pose de deux heures, agrandie seulement cinq fois, montre combien la matière nébuleuse s'étend au loin. On constate là de petits centres de condensation, disséminés aux alentours, et qui rappellent les environs de la nébuleuse du Triangle dont j'ai présenté une photographie l'année dernière à l'Académie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation de la première méthode de Jacobi sur l'intégration d'une équation aux dérivées partielles.* Note de M. N. **Saltykow**, présentée par M. Jordan.

« Considérons le système d'équations

$$(1)\qquad \begin{cases} p_k + \mathrm{H}_k(x_1, x_2, \ldots, x_n, p_{m+1}, p_{m+2}, \ldots, p_n) = 0, \\ \qquad k = 1, 2, \ldots, m, \qquad m < n, \end{cases}$$

les valeurs p_i désignant les dérivées $\frac{\partial z}{\partial x_i}$. Leurs conditions d'involution étant identiquement satisfaites, on en conclut que les équations

$$(2)\qquad \begin{cases} dx_{m+i} = \sum_{k=1}^{m} \frac{\partial \mathrm{H}_k}{\partial p_{m+i}} dx_k, \\ dp_{m+i} = \sum_{k=1}^{m} \frac{\partial \mathrm{H}_k}{\partial x_{m+i}} dx_k \end{cases}$$

sont aux différentielles totales. Les théorèmes suivants établissent un lien intime entre les problèmes d'intégration des équations (1) et (2).

» I. *Soit*

$$z = \mathrm{V}(x_1, x_2, \ldots, x_n, b_1, b_2, \ldots, b_{n-m}) + b$$

une intégrale complète des equations (1), $b, b_1, b_2, \ldots, b_{n-m}$ *étant des constantes arbitraires. Le déterminant fonctionnel*

$$D\left(\frac{\frac{\partial V}{\partial x_{m+1}}, \frac{\partial V}{\partial x_{m+2}}, \ldots, \frac{\partial V}{\partial x_n}}{b_1, b_2, \ldots, b_{n-m}}\right)$$

ne s'annulant pas, les équations

$$\frac{\partial V}{\partial x_{m+i}} = p_{m+i}, \qquad \frac{\partial V}{\partial b_i} = a_i, \qquad i = 1, 2, \ldots, n-m,$$

a_i *étant de nouvelles constantes arbitraires, donnent l'intégrale générale du système* (2).

» Quant à l'inverse du théorème cité, il est nécessaire d'établir préalablement le lemme suivant :

» *En vertu de l'intégrale générale du système* (2), *la formule*

$$\sum_{k=1}^{m}\left(\sum_{i=1}^{n-m} p_{m+i}\frac{\partial H_k}{\partial p_{m+i}} - H_k\right)dx_k$$

devient une différentielle exacte, que nous nommons dU.

» II. *Soient les constantes arbitraires* a_i, b_i, *figurant dans l'intégrale générale des équations* (2), *les valeurs initiales des variables* x_{m+i}, p_{m+i}. *La quadrature de la différentielle exacte* dU *effectuée, considérons la fonction*

$$V = \int_{U_0}^{U} dU + \sum_{i=1}^{n-m} a_i b_i + b,$$

où b *est une nouvelle constante arbitraire,* U_0 *la valeur initiale de la fonction* U. *En éliminant les* a_i, *donnés en fonctions des* x_i, b_i *par l'intégrale mentionnée, on obtient la valeur de* V *représentant une intégrale complète du système* (1), *et les équations intégrales du système* (2) *prennent la forme nouvelle*

$$\frac{\partial V}{\partial x_{m+i}} = p_{m+i}, \qquad \frac{\partial V}{\partial b_i} = a_i, \qquad i = 1, 2, \ldots, n-m.$$

» Donc, la fonction V jouit de toutes les propriétés de *la fonction principale* de Jacobi. Nous voulons aussi lui donner le même nom.

» Mais passons aux équations (2). Nous proposons de les nommer *système canonique des équations aux différentielles totales,* leur théorie présentant une analogie avec celle des équations canoniques ordinaires. Les

théorèmes démontrés donnent lieu à des conséquences remarquables sur l'intégration des équations en question :

» 1. *Supposons qu'on a $n-m$ intégrales distinctes en involution* (¹) *du système* (2); *son intégration se ramène à une quadrature.*

» En effet, en joignant ces intégrales aux équations (1), il vient un système en involution, dont l'intégrale complète est définie par une quadrature. Cela posé, les formules du premier théorème rien que par des différentiations nous donnent les $n-m$ intégrales cherchées du système (2).

» Ce fameux théorème, que M. S. Lie a annoncé (²) sous une forme toute différente, est une généralisation évidente de celui *de Liouville* (³) sur les équations canoniques ordinaires.

» 2. *Si l'on connaît $k(k < n-m)$ intégrales distinctes en involution du système* (2), *son intégration revient à celle d'un système canonique aux différentielles totales d'ordre $2n-2m-2k$.*

» 3. *Le problème d'intégration du système* (2) *n'exige que $n-m$ opérations d'intégration d'ordre $2n-2m$, $2n-2m-2$, ..., 4, 2 et une quadrature.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes d'opérations.* Note de M. G.-A. **Miller**, présentée par M. Jordan.

« A. Une énumération de tous les groupes possibles dont l'ordre n'excède pas 35 a été donnée dans les *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 371. J'ai déterminé récemment tous les groupes possibles dont l'ordre est inférieur à 64. Le Tableau suivant donne les nombres de ces groupes pour chaque ordre :

Ordre	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Nombre de groupes	14	1	2	2	14	1	6	1	4	2	2	1	52	2
Ordre	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
Nombre de groupes	5	1	5	1	15	2	13	2	2	1	13	1	2	4

(¹) Nous disons que les intégrales sont en involution, quand les parenthèses de Poisson, formées de leurs premiers membres par rapport aux variables x_{m+i}, p_{m+i}, s'annulent identiquement.

(²) *Math. Ann.*, Bd. XI, S. 469.

(³) *Journal de Liouville*, 1re série, t. XX, p. 137.

» La plupart de ces nombres peuvent aisément se déduire des formules données par M. Hölder dans son article : *Die Gruppen der Ordnungen* p^3, pq^2, pqr, p^4 (*Mathematische Annalen*, t. XLIII, 1893). Il y a toutefois exception pour les groupes des ordres 36, 40, 48, 54, 56 et 60. Ceux de l'ordre 56 sont donnés par les formules de M. Levavasseur ([1]). Ceux de l'ordre 60 sont donnés par M. Burnside, dans son Livre récent, *Theory of groups of a finite order*, 1897, p. 105.

» Le problème de la recherche de tous les groupes de l'ordre 48 est beaucoup plus difficile que ceux pour les autres ordres qui sont donnés plus haut. A cause de cela, nous donnerons quelques résultats importants de ces groupes. Il y a seulement deux groupes de l'ordre 48 qui ne contiennent aucun sous-groupe de l'ordre 24. Chacun de ces deux groupes contient 16 sous-groupes conjugués de l'ordre 3 et seulement un sous-groupe de l'ordre 16. Ces sous-groupes invariants de l'ordre 16 sont abéliens. L'un a 4 générateurs indépendants de l'ordre 2 et l'autre a 2 générateurs indépendants de l'ordre 4. Il y a 14 groupes de l'ordre 48 qui sont les produits directs d'un groupe de l'ordre 16 et le groupe de l'ordre 3; 5 de ces 14 groupes sont abéliens et 1 est hamiltonien ([2]).

» B. Les groupes de l'ordre 54 sont un cas spécial des groupes de l'ordre $2p^3$. Quand p est un nombre premier impair, il y a 15 groupes de l'ordre $2p^3$ pour chaque valeur de p. 3 de ces groupes sont abéliens, mais aucun n'est hamiltonien. 10 contiennent un sous-groupe abélien de l'ordre p^3, mais 2 seulement contiennent 1 sous-groupe circulaire de cet ordre. Tout groupe de l'ordre $2p^3$ contient 1 seul sous-groupe de l'ordre p^3. Quand $p = 2$, il y a seulement 14 groupes, et ces groupes sont bien connus.

» C. M. Bagnera a récemment considéré le problème de la recherche de tous les groupes dont l'ordre est p^5 (p étant un nombre premier quelconque (*Annali di Matematica*, t. I, p. 137-228; 1898). Dans le cas particulier où $p = 2$, ce problème était résolu comme j'ai dit plus haut. Les résultats de M. Bagnera s'accordent avec les publications plus anciennes dans les cas où les groupes sont abéliens ou contiennent huit opérations qui sont commutatives à chacune des opérations de groupe; mais dans les autres cas, ces résultats ne s'accordent pas. Au sujet de ce désaccord, j'ai

---

([1]) Levavasseur, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 516.—Miller, *Phil. Mag.*, t. XLII, p. 195.

([2]) Dedekind, *Mathematische Annalen*, t. XLVIII, p. 549.

examiné encore tous les groupes d'ordre 32, mais je n'ai pu trouver aucune erreur dans les publications plus anciennes ([1]).

» D. Il est facile de voir que le groupe des isomorphismes cogrédients d'un groupe donné (G) ne peut être circulaire, et, s'il est abélien, il ne peut contenir aucune opération dont l'ordre excède le nombre des opérations de I qui sont commutatives à chacune de ses opérations. On peut prouver que le groupe des isomorphismes cogrédients de G n'est pas le produit direct de 2 groupes circulaires si ces groupes ont le même ordre. De là suit que, si le groupe des isomorphismes cogrédients de 1 groupe de l'ordre p^α, $\alpha < 6$, est abélien, il ne contient pas d'opérations dont l'ordre excède p. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement de certaines irrationnelles en fraction continue.* Note de M. CRELIER.

« La valeur $\sqrt{A}$, développée en fraction continue, donne, comme terme général,

$$x_p = \frac{n_{p-1}}{\sqrt{A} - (b - r_{p-1})}$$
$$= \frac{n_{p-1}(\sqrt{A} + b - r_{p-1})}{A - (b - r_{p-1})^2} = \frac{\sqrt{A} + b - r_{p-1}}{n_p} = b_p + \frac{\sqrt{A} - (b - r_p)}{n_p};$$

r_p représente le reste de la division $\frac{2b - r_{p-1}}{n_p}$ et $b_p = \frac{2b - r_{p-1} - r_p}{n_p}$.

» Ce développement suppose $A - (b - r_{p-1})^2 = n_{p-1} . n_p$; cette formule se vérifie pour les premiers termes, et en la supposant vraie pour deux valeurs $n_{p-2} . n_{p-1}$, on démontre aisément qu'elle subsiste pour le produit suivant : $n_{p-1} . n_p$. Elle est donc générale.

» 1. Remarquons, en outre, que l'on a, dans ce développement, $n_p > r_p$, $n_p > r_{p-1}$, $n_p < 2b$, $r_p < b$. La valeur b^2 est le plus grand carré parfait contenu dans A.

» Développons maintenant chacune des différences $A - 1^2$, $A - 2^2$, $A - 3^2$, ..., $A - l^2$, ..., $A - b^2$ en produits de deux facteurs $n.n'$ satisfai-

([1]) MILLER, *Quarterly Journal of Mathematics*, t. XXVIII, p. 232.
([2]) HÖLDER, *Mathematische Annalen*, t. XLVI, p. 326.

sant aux conditions énoncées en (1), *sans nous inquiéter si ces produits font partie ou non de ceux qui entrent dans le développement de* $\sqrt{A}$.

» Prenons-en maintenant un *quelconque* :

$$A - \lambda^2 = n_\alpha . n_\beta$$

et étudions les valeurs

$$\frac{\sqrt{A}+\lambda}{n_\alpha} = y \quad \text{et} \quad \frac{\sqrt{A}+\lambda}{n_\beta} = y'.$$

» On voit aisément que ces valeurs se développent en fractions continues, et ces développements donnent lieu aux trois théorèmes secondaires suivants :

» I. *Si, à un moment donné, on a, dans le calcul de* y *ou de* y', $n_p = n_{p+1}$, *ou encore* $n_{p-1} = n_{p+1}$, *à partir de* n_{p+1}, *toute la série des valeurs* n *qui ont précédé se répète dans l'ordre inverse; les valeurs* b_μ, *quotients incomplets, suivent la même loi.*

» II. *Si l'on a une fois un produit* $n_\mu . n_{\mu+1}$, *tel que* $n_\mu = n_\lambda$ et $n_{\mu+1} = n_{\lambda-1}$, $n_{\lambda-1} . n_\lambda$ *étant un produit précédemment obtenu, la loi précédente subsiste pour les valeurs* n *et les quotients incomplets* b *entre* n_λ *et* n_μ *et en dehors de* $n_{\lambda-1}$ *et* $n_{\mu+1}$.

» III. *Si, au contraire, on a* $n_\lambda = n_\mu$ *et* $n_{\lambda+1} = n_{\mu+1}$, *les valeurs* n_μ *et* $n_{\mu+1}$ *font partie d'une seconde période qui est la répétition de celle à laquelle appartiennent* n_λ *et* $n_{\lambda+1}$.

» *Remarque.* — Si une période se produit suivant le théorème III, il est de toute évidence qu'elle commence avec le premier quotient incomplet.

» Si cette période présente un quotient incomplet B entraînant la symétrie prévue aux autres théorèmes, le premier quotient incomplet b_1 se retrouvera après B, sans recommencer la période. De là au commencement de la nouvelle période il est facile de démontrer qu'il y aura encore un quotient incomplet D entraînant une seconde symétrie.

» De ceci, nous pourrons établir le théorème général suivant :

» Théorème général. — *Les valeurs* $\frac{\sqrt{A}+\lambda}{n_\alpha} = y$ *et* $\frac{\sqrt{A}+\lambda}{n_\beta} = y'$, *déduites de* $A - \lambda^2 = n_\alpha . n_\beta$ *donnent deux fractions continues périodiques simples, dont l'une a pour quotients incomplets ceux de l'autre pris dans l'ordre inverse.*

» En effet, le calcul des quotients incomplets nous conduit d'un produit du tableau à un autre; mais, comme le nombre des produits est limité, il

arrivera forcément un moment où, retrouvant pour la première fois un facteur n_μ égal à un autre facteur n_λ déjà obtenu, on aura les alternatives suivantes :

» 1° On trouvera un nouveau produit renfermant ce facteur avec un autre permettant de continuer le développement;

» 2° Après l'épuisement des produits, ou après une rencontre comme la précédente, mais où aucun produit ne permet la continuation, on devra se reporter aux deux valeurs qui ont accompagné n_λ la première fois :

(a) $$n_\lambda . n_{\lambda-1},$$

(b) $$n_\lambda . n_{\lambda+1}.$$

» On ne peut pas continuer suivant (a) avec $n_{\mu+1} = n_{\lambda-1}$, car la symétrie résultante (théorème II) entraînerait une répétition antérieure. Le produit (b) avec $n_{\lambda+1} = n_{\mu+1}$ permet la continuation. Il en résulte alors que la période recommence en n_μ, avec le premier quotient incomplet du développement, et sans symétrie, puisqu'il n'y a pas eu de termes répétés antérieurement.

» 3° Si cette alternative ne se présente pas, il ne restera plus comme issue que l'une des deux formes ci-dessous :

(d) $$n_\mu = n_{\mu+1}$$

ou le produit

(e) $$n_\mu . n_{\mu-1};$$

ce produit entraîne alors $n_{\mu+1} = n_{\mu-1}$.

» Dans ces deux cas, la symétrie se produit à partir de ces valeurs. Il est alors facile de démontrer que, après la répétition du premier quotient incomplet, par raison de symétrie, il existe une nouvelle symétrie depuis cette répétition jusqu'au commencement de la deuxième période. Donc *la fraction continue est périodique simple, sans symétrie, ou avec une symétrie double.*

» Les lois qui régissent la symétrie des quotients incomplets et des produits permettent d'établir que le quotient complet qui suit la répétition du premier terme dans y est la valeur y' elle-même. En outre, le dernier terme de la période étant égal au premier terme de la seconde moitié, et ainsi de suite pour les autres, *la valeur y' est formée des quotients incomplets de y pris dans l'ordre inverse.* Un raisonnement analogue se fait aussi quand il n'y a pas symétrie. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la déformation des quadriques de révolution.* Note de M. C. GUICHARD, présentée par M. Darboux.

« J'ai déjà établi (*Comptes rendus*, 1878) que la déformation des quadriques de révolution qui ont un centre se ramène à celle de la sphère. Les théorèmes qui suivent, théorèmes qui sont une conséquence immédiate de la théorie des systèmes de cercles et de sphères que je développerai prochainement, mettent en évidence les relations géométriques qui existent entre les déformées de la sphère et celles des quadriques de révolution.

» I. *Soient* M *un point d'une quadrique de révolution dont l'axe a une longueur* $2a$; F_1 *et* F_2 *les foyers de cette quadrique,* φ_1 *et* φ_2 *les symétriques des foyers par rapport au plan tangent en* M; M' *le point qui correspond à* M *sur une déformée de la quadrique; transportons la quadrique de façon que le point* M *vienne en* M' *et que les tangentes correspondantes en* M *et* M' *viennent coïncider; les points* F_1, F_2, φ_1, φ_2 *prennent les positions* F'_1, F'_2, φ'_1, φ'_2; *ces points* F'_1, F'_2, φ'_1, φ'_2 *décrivent des surfaces dont la courbure moyenne est égale à* $\frac{1}{a}$.

» Il en résulte que les milieux des segments $F'_1\varphi'_2$ et $F'_2\varphi'_1$ décrivent des surfaces applicables sur une sphère de rayon a.

» Si la quadrique donnée est un paraboloïde de révolution, les points F'_1, φ'_1 décrivent des surfaces minima.

» II. *Les plans isotropes menés par l'axe coupent le plan tangent suivant deux droites* D *et* D' *qui viennent occuper les positions* Δ *et* Δ' *sur le plan tangent en* M' *à la déformée de la quadrique; ces droites* Δ *et* Δ' *sont normales à des surfaces dont la courbure moyenne est* $\frac{1}{a}$; *les points de ces droites qui décrivent des surfaces à courbure moyenne constante correspondent aux points d'intersection des génératrices isotropes de la surface avec le plan tangent en* M *à la quadrique.*

» Dans le cas du paraboloïde de révolution ces droites Δ et Δ' sont normales à des surfaces minima.

» Ainsi, quand on connaît une déformée d'une quadrique de révolution on peut construire quatre droites qui restent normales à une surface à courbure moyenne constante; deux de ces droites passent par le point de la déformée, les deux autres sont situées dans son plan tangent.

» III. *Soit* A' *le point de rencontre des droites* Δ *et* Δ'; *ce point correspond*

au point d'intersection de l'axe avec le plan tangent en M; *le point* A' *décrit une surface applicable sur la quadrique donnée.*

» Les points M' et A' décrivent des surfaces qu'on appelle *surfaces complémentaires* dans la Théorie des surfaces de M. Weingarten. Dans le cas du paraboloïde de révolution, le résultat énoncé est déjà connu (Darboux, *Leçons*, 3e Partie, p. 332).

» Ce troisième théorème peut se vérifier facilement par les méthodes de M. Weingarten; il revient en somme à la propriété suivante des coniques :

» Considérons une ellipse dont l'équation est

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1;$$

à chaque point M d'abscisse x, faisons correspondre un autre point M' de l'ellipse dont l'abscisse est

$$x'=\frac{a^3}{cx};$$

les tangentes en M et M' limitées au grand axe ont la même longueur l; si l'on désigne par ds, ds' les différentielles des arcs décrits par les points M et M', on a

$$ds-ds'=\pm dl. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'équation normale des surfaces.* Note de M. A. Pellet, présentée par M. Hermite.

« 1. Considérons une surface dans l'espace à n dimensions. En un point ordinaire, il existe au moins un système, et en général un seul, d'axes coordonnés rectangulaires, la normale à la surface et les directions principales, tel que l'équation de la surface devienne

$$\zeta=\tfrac{1}{2}(a_1\xi_1^2+\ldots+a_{n-1}\xi_{n-1}^2)+\tfrac{1}{6}\zeta_3+\ldots$$

les termes du second degré, ζ_2, ne contenant pas de produit de deux variables ξ.

» Si la surface est à lignes de courbure coordonnées, ζ_3 ne contient pas de terme renfermant trois des variables ξ; le nombre de ses termes est donc $(n-1)^2$ et l'on a

$$\zeta_3=\frac{\partial a_1}{\partial s_1}\xi_1^3+\ldots+\frac{\partial a_{n-1}}{\partial s_{n-1}}+\sum_i\sum_j\frac{\partial a_i}{\partial s_j}\xi_i^2\xi_j,$$

les nombres i et j étant différents, et $\frac{\partial a_i}{\partial s_j}$ représentant la dérivée de a_i quand on se déplace sur la ligne de courbure tangente à l'axe des ξ_j, par rapport à l'arc de cette courbe.

» 2. Soient $y_1, y_2, \ldots, y_p$, p fonctions linéaires et entières des coordonnées rectangulaires $x_1, x_2, \ldots, x_n$ et de la somme de leurs carrés : $x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_n^2$. Les surfaces

$$(1) \qquad A_1 \left(\frac{Y_1}{y_1}\right)^m + \ldots + A_p \left(\frac{Y_p}{y_p}\right)^m = 0,$$

$$(2) \qquad A_1 l\left(\frac{Y_1}{y_1}\right) + \ldots + A_p l\left(\frac{Y_p}{y_p}\right) = 0,$$

où les fonctions Y représentent ce que deviennent les fonctions y quand on y remplace les x par X, coordonnées courantes, et où les A sont des constantes satisfaisant à la relation

$$A_1 + A_2 + \ldots + A_p = 0,$$

ont mêmes directions principales au point commun $x_1, \ldots, x_n$; et leur équation normale est comprise dans une formule unique où les coefficients de ζ_2 sont des fonctions du premier degré de m, ceux de ζ_3 du second degré, etc., la surface (2) correspondant au cas de $m = 0$.

» 3. Supposons que $y_1 = 0, y_2 = 0, \ldots, y_{n+2} = 0$ soient les équations de $n+2$ sphères orthogonales deux à deux.

» La surface

$$(1) \qquad A_1 l y_1 + A_2 l y_2 + \ldots + A_{n+2} l y_{n+2} = C$$

a mêmes directions principales que

$$A_1 \left(\frac{Y_1}{y_1}\right)^2 + A_2 \left(\frac{Y_2}{y_2}\right)^2 + \ldots + A_{n+2} \left(\frac{Y_{n+2}}{y_{n+2}}\right)^2 = 0,$$

aux points $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Elles sont donc données par les tangentes aux intersections des surfaces

$$\frac{Y_1^2}{\frac{y_1^2}{A_1} + \lambda} + \frac{Y_2^2}{\frac{y_2^2}{A_2} + \lambda} + \ldots + \frac{Y_{n+2}^2}{\frac{y_{n+2}^2}{A_{n+2}} + \lambda} = 0,$$

λ prenant les $n - 1$ valeurs racines de l'équation

$$\frac{A_1}{\frac{y_1^2}{A_1} + \lambda} + \frac{A_2}{\frac{y_2^2}{A_2} + \lambda} + \ldots + \frac{A_{n+2}}{\frac{y_{n+2}^2}{A_{n+2}} + \lambda} = 0.$$

» La surface (1) admet donc des lignes de courbure coordonnées. Elles sont données par l'intersection de cette surface avec l'enveloppe des surfaces

$$\left(\frac{y_1^2}{A_1}+\lambda\right)^{A_1}\left(\frac{y_2^2}{A_2}+\lambda_2\right)^{A_2}\left(\frac{y_3^2}{A_3}+\lambda\right)^{A_3}\cdots\left(\frac{y_{n+2}^2}{A_{n+2}}+\lambda\right)^{A_{n+2}}=u,$$

où λ désigne le paramètre variable et u une constante arbitraire. Dans le cas de $n=3$, on a le système donné par M. Darboux (*Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes*, p. 143).

» Se rapportant au paragraphe précédent, on voit que la surface

$$B_1 y_1^m + B_2 y_2^m + \ldots + B_{n+2} y_{n+2}^m = 0$$

admet des lignes de courbure coordonnées quelles que soient les constantes B.

» 4. Pour les surfaces du second degré, ζ_2 divise ζ_3 ; on en déduit

$$a_1 = PU_1^2, \qquad a_i = PU_i^2, \qquad \ldots, \qquad a_{n-1} = PU_{n-1}^2,$$

U_i étant une fonction de u_i paramètre de la ligne de courbure tangente à l'axe des ξ_i et P désignant le produit $U_1 U_2 \ldots U_{n-1}$. Le quotient de ζ_3 par ζ_2 est la différentielle totale de $l(a_1 a_2 \ldots a_{n-1})$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'expression de l'énergie d'un circuit et la loi de l'électro-aimant.* Note de M. **A. Perot**, présentée par M. Potier.

« Considérons un circuit placé dans un milieu magnétique en totalité ou en partie. Si I_1 est l'intensité du courant qui parcourt ce circuit, Φ_1 le flux d'induction produit et entraîné par lui, l'énergie du système peut être regardée comme entièrement déterminée si l'on connaît I_1 ou la valeur de l'induction B_1 en chaque point du champ, ou encore, si le tracé des lignes de force, étant donnée la valeur du flux Φ_1, est donné.

» On peut donc calculer l'énergie intrinsèque de ce système en le supposant à l'origine dans l'état mécanique où il se trouve à l'instant considéré et faisant croître l'intensité du courant depuis la valeur O qui correspond à l'origine jusqu'à la valeur I_1; la partie de l'énergie fournie par la source qui n'aura pas été convertie en chaleur sera l'énergie du système.

» Or, dans un pareil système, d'après la loi de l'induction, lors d'une variation dI du courant, produisant une variation $d\Phi$ du flux, l'énergie

fournie par la source est $I\,d\Phi$; l'énergie totale sera donc

$$\int_0^{I_1} I\,d\Phi,$$

où Φ est une fonction de I.

» D'ailleurs, si la courbe liant le flux à l'intensité est la courbe ci-contre, l'intégrale ci-dessus sera représentée par l'aire $OM\Phi_1$.

» Cette aire ne sera $\frac{1}{2}I_1\Phi_1$ que si la courbe est une droite, et il n'en sera ainsi que si la perméabilité est indépendante du courant et, par suite, de la force magnétique.

» Il en résulte que, sauf dans le cas exceptionnel où le milieu n'est pas magnétique, l'expression

$$\tfrac{1}{2}I\Phi$$

ne représente pas l'énergie du circuit, et celle-ci dépend de la loi qui lie le flux à l'intensité.

» Dans le cas d'une perméabilité décroissant comme celle du fer à la température ordinaire, la valeur de l'énergie est plus petite que $\frac{1}{2}I\Phi$.

» Les formules donnant l'attraction d'un électro sur son armature et tirées de l'expression inexacte de l'énergie indiquée ci-dessus sont cependant exactes dans le cas où un déplacement infiniment petit de l'armature peut être considéré comme n'ayant pas d'influence sur le tracé des lignes de force dans le milieu magnétique.

» Lors d'un deplacement de l'armature opéré en laissant le flux constant par exemple, la valeur de l'induction et celle de la perméabilité restent les mêmes en chaque point; il suffit dès lors de considérer le système comme ayant en chaque point une perméabilité constante; les forces d'attraction exercées par le système réel et par le milieu hypothétique à perméabilité constante seront les mêmes. Or, l'énergie de ce dernier est $\frac{1}{2}I_1\Phi_1$, et le travail extérieur dû dans une variation à flux constant, uniquement à la variation de l'énergie intrinsèque, sera $\frac{1}{2}\Phi\,dI$. Il n'y a dès lors qu'à achever le calcul suivant la méthode habituelle pour arriver aux résultats connus.

» Dans le cas où le déplacement infiniment petit de l'armature altérerait le tracé des lignes de force, la formule usuelle donnerait des résultats inexacts. »

PHYSIQUE. — *Sur l'action chimique des rayons* X. Note de M. P. VILLARD [1], présentée par M. J. Violle.

« Dans une Note antérieure [2], j'ai montré que le platinocyanure de baryum, modifié par les rayons X, est complètement régénéré par la lumière : il reprend sa couleur normale, qui avait fait place à une teinte brune, et il recouvre sa fluorescence primitive.

» Dans cette expérience, l'action de la lumière est exactement inverse de celle des rayons X, et détruit l'effet produit par ceux-ci. Cet antagonisme se manifeste, et d'une manière beaucoup plus apparente, avec les plaques photographiques au gélatinobromure d'argent.

» Supposons, par exemple, qu'une préparation de ce genre ait été soumise à l'action des rayons X pendant un temps suffisant pour qu'au développement elle devienne franchement noire; avant de procéder à cette dernière opération, exposons pendant quelques instants une moitié de la plaque à la lumière du jour ou d'une source artificielle. Sous l'action ultérieure d'un révélateur quelconque (oxalate ferreux, hydroquinone, cristallos, etc.), la moitié non insolée devient noire, comme on devait s'y attendre, mais l'autre moitié est seulement grise ou même reste tout à fait blanche (ce dernier résultat s'obtient, au moins pour certaines émulsions, avec une durée de pose de cinquante secondes environ à 40^{cm} d'un fort bec Auer).

» Toutes les préparations que j'ai essayées donnent des résultats analogues, mais avec des durées d'éclairement très différentes.

» L'action de la lumière peut donc, en quelque sorte, effacer l'impression produite par les rayons X. Le bromure d'argent, toutefois, ne revient pas complètement à son état initial; il a perdu presque complètement sa sensibilité.

» Dans cette expérience, avant le développement, la moitié insolée de la plaque est un peu plus sombre que l'autre; sous l'action du révélateur, l'égalité de teinte se rétablit d'abord en quelques secondes, puis la moitié non insolée se développe seule ou au moins d'une façon prépondérante.

» Au lieu d'employer la lumière blanche, on peut recevoir un spectre sur

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1414.

la plaque impressionnée : on constate alors que la région la plus active du spectre est exactement la même que dans les conditions ordinaires; elle correspond, en effet, aux radiations plus particulièrement absorbées par le bromure d'argent. Mais en même temps d'autres rayons sont devenus efficaces : avec les plaques Lumière (marque bleue), il y a un second maximum d'action entre les raies B et C. Ce deuxième groupe actif s'étend jusqu'au commencement de l'infra-rouge, il est séparé du premier par une région qui est à peu près neutre si l'exposition aux rayons X a été de courte durée (cinq secondes environ); avec les plaques Jougla (verte) le panchromatisme (défalcation faite du maximum d'action en F et G) paraît être beaucoup mieux réalisé. On obtient une épreuve complète du spectre jusque dans l'infra-rouge. Après impression par les rayons X, ces plaques sont devenues sensibles aux rayons peu réfrangibles qui sont capables de traverser trois feuilles de papier noir épais.

» Les radiations ordinairement actives, surtout celles qui sont voisines de G, donnent lieu à un phénomène complexe facile à prévoir : si, par exemple, l'impression par les rayons X est très faible, le bromure est insuffisamment modifié; on a alors une épreuve négative de la partie la plus réfrangible du spectre. Au contraire, les radiations auxquelles est ordinairement insensible le bromure d'argent ne produisent que le phénomène de la destruction de l'effet dû aux rayons X, et donnent une image positive.

» On peut obtenir des résultats semblables, mais moins apparents, sans l'aide du révélateur. Il suffit d'exagérer un peu les temps de pose. Si l'on soumet aux rayons X une plaque sensible dont une région est protégée par du plomb, la silhouette du plomb, après cette expérience, se détache faiblement en clair; c'est une image négative. Sous l'action de la lumière, cette image s'efface peu à peu, puis reparaît inversée et beaucoup plus visible. Si l'on prolonge l'exposition à la lumière, il y a solarisation de la région qui n'a subi que l'action de la lumière et l'image s'efface. Elle reparaît ensuite, inversée de nouveau, c'est-à-dire négative. Toutefois si l'on développe à ce moment, c'est une épreuve positive que l'on obtient.

» Diverses expériences permettent de bien mettre en évidence l'action destructive des rayons lumineux :

» 1° Sur une série de plaques photographiques ou sur divers casiers pris sur une même plaque, on radiographie des lames de plomb. On expose ensuite ces plaques à la lumière, la première pendant une ou deux secondes, les suivantes pendant des temps de plus en plus considérables. Après développement, on a une série d'épreuves dans lesquelles le fond, c'est-à-dire la partie qui a subi successivement l'action des rayons X

et celle de la lumière, va s'éclaircissant jusqu'au blanc pur, la silhouette du plomb passant inversement du blanc au noir.

» 2° Une glace sensible est impressionnée sur toute sa surface par les rayons X : on s'en sert ensuite pour faire une photographie avec un appareil ordinaire, en ayant soin d'exagérer la durée de pose et de la porter à trente secondes environ (en hiver). Les lumières de l'image détruisent l'action des rayons X, et cela d'autant plus qu'elles sont plus intenses. On obtient alors, au développement, une épreuve positive très bonne, d'autant meilleure que l'émulsion est devenue presque panchromatique. Le développement peut s'effectuer avec un éclairage assez intense; le voile n'est pas à redouter, mais plutôt l'affaiblissement des noirs de l'image. Dans cette expérience, l'image est visible sur la plaque au sortir du châssis; elle est à ce moment négative. Elle s'inverse au développement.

» 3° On fait une radiographie à la manière ordinaire, et l'on expose ensuite la plaque à une vive lumière (quarante à cinquante secondes d'exposition à 40^{cm} d'un fort bec Auer). Sur toutes les régions frappées par les rayons X, l'action de ceux-ci est détruite par celle de la lumière : les parties protégées par les objets radiographiés seront, au contraire, impressionnées comme à l'ordinaire par les rayons lumineux. On voit alors apparaître une image positive faible, qui devient intense quand on fait agir le révélateur. Le développement peut sans inconvénient s'effectuer en pleine lumière, devant une fenêtre, par exemple, ou un bec de gaz. Avec des durées de pose convenablement choisies, l'épreuve est absolument exempte de voile et donne d'aussi bonnes demi-teintes qu'une radiographie ordinaire.

» Toutes les émulsions ne conviennent pas pour réussir ces diverses expériences, mais le sens du phénomène reste néanmoins toujours le même.

» Je me propose de continuer ces recherches, dans le but de préciser davantage le mode d'action particulier aux rayons X. Cette action paraît présenter, comme on le voit, une analogie étroite avec celle des rayons lumineux, mais avec une netteté beaucoup plus considérable. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des oxydants sur quelques composés aromatiques* (¹). Note de MM. **Œchsner de Coninck** et **A. Combe.**

« Nous avons continué cette étude en faisant agir le mélange chromique sur quelques dérivés aromatiques azotés.

» Nous nous sommes d'abord demandé s'il n'y aurait pas dégagement d'azote à la fin des réactions oxydantes ; nous avons soumis alors de l'*ortho-amido-phénol* à l'action du mélange chromique, et nous avons analysé le contenu des éprouvettes succes-

---

(¹) Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier, janvier 1899.

sivement recueillies. Nous avons constaté que la décomposition avec formation de CO^2 était uniforme, et la moyenne des analyses a été la suivante (résultats volumétriques rapportés à 20^{cc}) :

$$CO^2 = 19^{cc},5; \qquad O + \text{air} = 0^{cc},5.$$

» Le *para-amido-phénol* nous a fourni identiquement les mêmes résultats.

» Les trois *acides amido-benzoïques* isomériques sont attaqués plus ou moins énergiquement par le mélange chromique, en fournissant de grandes quantités d'anhydride carbonique pur. Moyenne de six analyses : $CO^2 = 19^{cc},6$; $O + \text{air} = 0^{cc},4$. — Il se forme en même temps des matières colorantes.

» L'*ortho* et le *para-nitro-phénol* sont décomposés dans le même sens avec des vitesses différentes.

» Le *para-nitro-toluène* offre une résistance remarquable à l'action du mélange chromique ; la décomposition n'est que partielle, mais le produit est du gaz carbonique pur.

» L'*acide picrique* est décomposé à chaud. Voici le résultat de deux analyses :

$$CO^2 = 19^{cc},5; \qquad O + \text{air} = 0^{cc},5.$$

» Il n'en est pas de même de l'*acide picramique*, qui fournit beaucoup de gaz carbonique, mais laisse dégager une faible quantité d'azote :

$$\text{I.}\ CO^2 = 17^{cc},6; \qquad Az = 1^{cc},7; \qquad O + \text{air} = 0^{cc},7;$$
$$\text{II.}\ CO^2 = 17^{cc},6; \qquad Az = 1^{cc},8; \qquad O + \text{air} = 0^{cc},6.$$

» Nous avons enfin essayé l'action du mélange chromique sur deux amides aromatiques et sur un alcaloïde de la même série.

» La *benzamide* est assez difficilement décomposée dans les conditions où nous avons opéré ; la décomposition de la *salicylamide* est sensiblement plus rapide ; il s'est dégagé du gaz carbonique pur dans les deux expériences.

» L'*hydrobenzamide* n'est que partiellement attaquée, et la proportion de CO^2 dégagé était faible.

» *En résumé*, nos nouvelles expériences confirment entièrement les conclusions de notre précédente Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du protochlorure d'iode sur le monochlorobenzène en présence du chlorure d'aluminium anhydre*. Note de M. A. **Mouneyrat** (1), présentée par M. Friedel.

« Les dérivés chloroiodés de la série aromatique sont encore très mal connus. La plupart de ceux qui existent ont été préparés à l'aide des

(1) Travail fait au laboratoire de M. le Professeur Friedel (Sorbonne).

amines chlorées correspondantes dans lesquelles on a remplacé, en passant par leurs dérivés azoïques, le groupe amidogène AzH^2 par un atome d'iode (I).

» Je me suis demandé s'il ne serait pas possible de préparer directement ces composés halogénés mixtes en prenant pour point de départ les dérivés chlorés eux-mêmes, dans lesquels on remplacerait un atome d'hydrogène du noyau aromatique par un atome d'iode. Je me suis adressé, pour effectuer cette substitution, au protochlorure d'iode (Cl I) bouillant à la pression normale à 105°.

» Il était, en effet, intéressant de vérifier si, dans ce composé (ClI), l'iode se comporterait, vis-à-vis des carbures aromatiques chlorés et sous l'influence du chlorure d'aluminium, tout comme un radical gras vis-à-vis des mêmes carbures dans la méthode de MM. Friedel et Crafts. En un mot j'ai voulu constater si la réaction générale suivante pouvait avoir lieu sous l'influence de $AlCl^3$:

$$C^6H^mCl^n + ClI = C^6H^{(m-1)}Cl^nI + HCl.$$

» L'expérience est venue confirmer mon attente.

» Dans un ballon de 700cc de capacité, bien sec, j'ai placé 500gr de monochlorobenzène (C^6H^5Cl) bien privé d'eau et 100gr de chlorure d'aluminium anhydre et bien pulvérisé. Ce ballon, plongeant dans un bain-marie, est fermé par un bouchon à deux trous dont l'un reçoit un réfrigérant ascendant vertical, l'autre une ampoule à brome. On porte le mélange ($C^6H^5Cl + AlCl^3$) à la température de 55°-60°, en ayant soin d'agiter de temps en temps. Dès que cette température est atteinte, on fait arriver en mince filet le protochlorure d'iode dans le ballon souvent agité. Dès que ce dernier composé arrive au contact du monochlorobenzène, il se produit un dégagement rapide de gaz chlorhydrique; en même temps la masse se colore en violet par suite de mise en liberté d'iode. On recueille le gaz chlorhydrique dans un matras à eau distillée taré d'avance. On cesse de chauffer lorsque tout le chlorure d'iode, 200gr, ayant été ajouté, l'augmentation de poids du matras est égale à 44gr.

» A ce moment, on décante le contenu du ballon de façon à recueillir l'iode qui, en grande quantité, s'est précipité. Le liquide décanté est versé par petites portions dans l'eau distillée additionnée d'acide chlorhydrique, afin de détruire $AlCl^3$, puis lavé successivement à l'eau distillée et à la soude faible, afin d'enlever l'iode dissous. Le liquide incolore obtenu est séché au chlorure de calcium, puis soumis à la distillation fractionnée.

» A 133°, passe l'excès de monochlorobenzène (C^6H^5Cl) employé, puis le thermomètre monte rapidement vers 165°. La portion qui passe entre 170°-180° est purifiée par cristallisation dans le benzène, elle est formée par du dichlorobenzène $C^6H^4\langle^{Cl\,(1)}_{Cl\,(4)}$, du reste en petite quantité. On recueille de même la partie qui passe entre 200°-215°,

elle est formée de trichlorobenzène également en petite quantité. La plus grande partie du produit passe entre 220°-230°, elle se solidifie directement à la température ordinaire et, par suite d'une légère décomposition, elle est colorée en violet.

» On la soumet de nouveau à la distillation en ne prenant que la portion qui passe entre 225°-228°. On dissout ce corps dans le benzène, on agite la solution benzénique avec de la potasse afin d'enlever l'iode, on sèche et l'on soumet à la cristallisation. On obtient ainsi des écailles incolores, lesquelles, essorées et séchées entre des doubles de papier-filtre, fondent à 56°-57°. Ce corps est constitué par du para-iodochlorobenzène $C^6H^4Cl(1)I(4)$.

» Ce corps résulte, en admettant la théorie de MM. Friedel et Crafts, des deux réactions suivantes :

$$(1)\qquad C^6H^5Cl + AlCl^3 = C^6H^4 - Cl - AlCl^2 + HCl,$$

$$(2)\qquad C^6H^4 - Cl - AlCl^2 + ClI = AlCl^3 + C^6H^4 - Cl - I.$$

» Cette réaction nous montre que l'iode dans (ClI) s'est comporté tout comme l'aurait fait un radical gras; je ferai cependant remarquer qu'il y a ici des réactions accessoires qui diminuent les rendements, si bien que l'on n'obtient guère plus de 25 à 30 pour 100 du rendement théorique en para-iodochlorobenzène $C^6H^4Cl(1)I(4)$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Études sur la filtration : les liquides organiques.* Note de M. **J. Hausser**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente [1], nous avons montré comment diverses parois, faites de substances amorphes, se comportent par rapport à un même liquide. Nous montrerons aujourd'hui comment ces mêmes parois agissent envers des liquides *organiques* divers, filtrant successivement à travers l'une quelconque d'entre elles.

» Les substances qui ont été employées pour la formation des parois sont le kaolin, le noir animal et le phosphate de chaux; les liquides organiques qui ont été filtrés successivement ont été choisis parmi plusieurs types fonctionnels de la Chimie organique et l'on trouvera leur nomenclature partielle aux exemples que nous citerons.

» Les résultats que nous avons obtenus peuvent être condensés en deux règles :

» *Premièrement :* La couche filtrante n'est pas altérée par le passage successif de

---

(1) *Comptes rendus*, 9 janvier 1899.

liquides différents. Nous entendons dire par là que les liquides A′, B′, C′, ... ayant successivement passé à travers la même paroi avec des vitesses respectives 1, 2, 3, ..., ces vitesses sont encore les mêmes si l'on fait repasser une seconde fois les mêmes liquides dans un ordre quelconque.

» *Deuxièmement :* Quand on change la paroi filtrante, la vitesse relative de filtration des liquides ne change pas. Cela veut dire que si, à travers la paroi A, les liquides passent avec des vitesses relatives 1, 2, 3, ..., ils passeront à travers la paroi B avec les mêmes vitesses relatives 1, 2, 3, ...

» Il est toujours possible, d'ailleurs, de produire avec les diverses substances solides des parois *équivalentes* telles que les vitesses respectives de filtration des liquides ne changent pas quand on passe d'une paroi à l'autre : cette équivalence dépend d'une certaine épaisseur à donner à chacune d'elles.

» En somme, si nous résumons ce que nous avons dit dans la Note précédente et ce que nous mentionnons aujourd'hui, nous arrivons à cette conclusion générale que, pour une même pression et pour des couches filtrantes *équivalentes,* chaque liquide organique a son coefficient de filtration propre invariable. Nous avons aussi examiné quelques dissolutions de corps organiques dans l'alcool à 90° et nous avons trouvé que ces solutions se comportent comme les liquides homogènes dont nous venons de parler.

» Il est bon de remarquer, pour éviter toute contradiction, que les principes généraux que nous venons de mentionner ne s'appliquent plus du tout, chose singulière, dès que l'on passe des liquides ou dissolutions organiques à l'eau et à ses dissolutions.

» Neus donnerons à la suite quelques exemples, à titre explicatif.

» Pour le kaolin nous citons un Tableau complet, tandis que, pour le noir animal et le phosphate de chaux, nous ne donnons que les nombres comparatifs trouvés, la vitesse de la filtration de l'alcool à 90° étant prise comme 100.

	Kaolin. Nombre de secondes.				Noir animal.	Phosphate de Ca.
Alcool à 90°	55	56	56	100	100	100
Alcool absolu	38	40	39	68,1	68,1	67,0
Alcool à 90°	54	56	57	»	»	»
Alcool amylique	»	136	134	231	226	232,9
Alcool à 90°	56	57	58	»	»	»
Acide acétique	43	44	44	74,6	»	77,4
Alcool à 90°	56	58	59	»	»	»
Alcool méthylique	»	24	23	38,4	38,9	38,5
Alcool à 90°	»	59	60	»	»	»
Chloroforme	»	18,4	17,8	30,9	»	31
Alcool à 90°	»	56	57	»	»	»

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation biochimique du propylglycol* (1).
Note de M. **André Kling**, présentée par M. Troost.

« Jusqu'à ces dernières années, les acétols gras n'étaient connus qu'à l'état d'éthers. Aujourd'hui, quelques-uns ont été isolés, en particulier l'acétol CH^3COCH^2OH, préparé pour la première fois par Perkin junior. Mais il n'existe aucune méthode générale d'obtention de ces composés. Tel était l'état de la question lorsque parut l'intéressant travail de M. G. Bertrand concernant l'action de la bactérie du sorbose sur les alcools plurivalents. Dès lors, je pensai que, sous l'influence de la bactérie étudiée par M. Bertrand, les glycols pourraient être oxydés d'une façon analogue.

» Mes prévisions ont été justifiées : j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les premiers résultats auxquels je suis arrivé.

» J'ai opéré sur le propanediol 1.2 (propylglycol).

» Un bouillon d'eau de levure (levure fraîche de brasserie), contenant environ 5^{gr} par litre d'extrait sec, a été additionné de $1^{gr},5$ pour 100 de propylglycol *bien purifié* puis disposé dans des fioles bouchées au coton, le tout stérilisé cinq minutes à 110° et ensemencé largement à l'aide d'une culture pure de la bactérie du sorbose. Cette culture m'avait été très obligeamment donnée par M. G. Bertrand. L'essai porta sur 400^{cc} de liquide réparti dans deux fioles, sur une épaisseur de 3^{cm} environ. Après ensemencement, les bouillons furent abandonnés dans l'étuve à la température de 30°. Au bout de deux jours, les premiers filaments commencèrent à sillonner le liquide, les cultures se développèrent rapidement et envahirent toute la masse. Au bout de vingt jours, chaque culture avait formé une zooglée volumineuse emprisonnant une grande quantité de liquide, tandis qu'une pellicule de 1^{mm} environ occupait la surface du bouillon. Cette pellicule, plus dense par endroits, se montrait moins épaisse que celle obtenue dans les même conditions sur bouillons à la glycérine.

» Après vingt jours, le développement parut s'arrêter. Le contenu de l'une des fioles ayant été filtré et la zooglée exprimée pour lui faire rendre le liquide qu'elle retenait, on obtint une solution réduisant abondamment la liqueur de Fehling déjà à froid, beaucoup plus rapidement à chaud.

» Les matières extractives y furent éliminées à l'aide de quelques centimètres cubes d'une solution de sous-acétate de plomb à $\frac{1}{10}$; après séparation de l'excès de sel de plomb par l'acide sulfurique, et neutralisation de l'acide sulfurique libre par l'acétate de soude, le produit d'oxydation a été isolé de cette liqueur à l'aide du chlorhydrate de phénylhydrazine.

---

(1) Travail fait au laboratoire d'Enseignement chimique et de recherches à la Sorbonne.

» La précipitation a été faite à l'ébullition en employant une solution contenant :

Chlorhydrate de phénylhydrazine............	2
Acétate de soude..........................	3
Eau.......................................	20

» Il se produisit un précipité jaune, grenu, formé de cristaux microscopiques, qui, après décantation, fut redissous dans l'alcool à 90° bouillant, où il n'est d'ailleurs que peu soluble, bien que ce soit son meilleur dissolvant. La poudre jaune, obtenue par refroidissement et évaporation de la solution alcoolique, fut séparée, essorée et lavée à la trompe à l'aide de quelques gouttes d'alcool froid, enfin séchée et analysée. Elle a donné les résultats suivants :

Points de fusion = 144°-146° ;

C = 70,80 ; H = 6,50 ; Az = 22,06 et 21,72.

» Les résultats, calculés pour l'osazone de l'acétol décrite par Perkin et fondant à 145°, sont :

C = 71,42 ; H = 6,57 ; Az = 22,01.

» Le produit d'oxydation semble donc être l'aldéhyde pyruvique, mais, d'autre part, l'acétol donnerait la même osazone. M. Bertrand ayant montré que dans les alcools plurivalents c'est l'une des fonctions alcooliques secondaires qui est touchée, il est plus vraisemblable de croire que c'est l'acétol qui s'est produit. De nouvelles expériences sont entreprises dans le but d'élucider ce point.

» Comme il a été dit plus haut, on n'a obtenu environ que $1^{gr},1$ d'osazone, ce qui correspond à un rendement de $\frac{1}{10}$ par rapport à la quantité de glycol introduite.

» J'ai en outre l'intention de poursuivre l'étude de cette transformation des glycols sous l'influence des ferments oxydants et de voir si cette réaction est générale, enfin de rechercher l'influence de l'isomérie stéréochimique sur la marche de la fermentation.

» Il reste un mot à dire au sujet du mode de purification appliqué au propylglycol employé. Au début, j'ai éprouvé de nombreux échecs en cherchant à cultiver la bactérie dans les bouillons contenant le propylglycol pur commercial ou ce même produit purifié par plusieurs fractionnements sous pression très réduite.

» Je me rendis compte que cette purification était illusoire et n'avait d'autre résultat, dans le cas présent, que de souiller davantage la matière première de produits antiseptiques ; en effet, au fur et à mesure que les fractionnements se multipliaient, les liquides obtenus se montraient de plus en plus actifs vis-à-vis de la fuchsine décolorée qu'ils recoloraient aussitôt. On n'arrive pas à de meilleurs résultats en utilisant la réaction du bisulfite de soude.

» J'ai donc été amené à rejeter l'emploi de la chaleur et de tout réactif chimique et à n'employer que des dissolvants faciles à éliminer. Ayant en effet remarqué que le glycol soi-disant pur du commerce possédait une odeur empyreumatique et se troublait par addition d'eau, j'ai mis à profit cette observation. Le propylglycol à purifier a été mélangé à son volume d'eau et le liquide trouble provenant de cette opération, épuisé à cinq ou six reprises par quelques centimètres cubes d'éther; il en est résulté un liquide limpide d'où l'éther a été chassé en portant le tout à 40° au bain-marie; quant à l'eau, elle a été séparée du propylglycol par exposition du liquide dans le vide en présence de $CaCl^2$ sec. J'ai obtenu ainsi un propylglycol à peu près dépourvu d'odeur et ne réagissant plus sur la fuchsine décolorée.

» La solution éthérée a laissé, par évaporation, quelques gouttes d'un liquide huileux, insoluble dans l'eau, mais en quantité insuffisante pour qu'il m'ait été possible d'en rechercher la composition. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur des éléments à bâtonnet dans l'organisme d'un Vertébré*. Note de M. P. **Stephan**, présentée par M. Edm. Perrier.

« La récente publication d'un travail de M. Kunstler sur les *Dumontia ophelarium,* ces « éléments particuliers de la cavité générale des Ophélies » qui possèdent dans leur intérieur une baguette profondément différenciée par sa structure et sa constitution chimique, met à l'ordre du jour l'étude des formes que l'on pourrait leur comparer. L'extrême rareté d'organismes analogues, en dehors des Annélides en question, nous engage à faire connaître l'observation que nous avons pu faire de corps rappelant, jusqu'à un certain point, ceux qui ont été décrits par M. Kunstler.

» Au cours de recherches d'un autre ordre, nous avons trouvé, dans la pulpe d'un des rayons cornés d'un arc branchial de *Merluccius vulgaris,* un amas de petits corps cellulaires, un peu irréguliers, renfermant un long bâtonnet cylindrique arrondi à ses deux extrémités, droit ou légèrement infléchi. La plupart sont enfermés dans un vaisseau dont la lumière en est obturée; quelques-uns sont répandus tout autour, mais nous ne pouvons dire si c'est leur position originelle ou s'ils y ont été amenés au cours des manipulations. A côté du bâtonnet se voit un noyau petit, dont la présence provoque un renflement du corps cellulaire. Ce dernier ne possède pas de pseudopodes, mais cette absence pourrait n'être due qu'à l'insuffisance de

l'action du fixateur qui n'a pu pénétrer que lentement à travers la paroi compacte du rayon corné. En général, du côté opposé au noyau, le protoplasma est étroitement appliqué sur le bâtonnet et ne se voit pas; mais, chez quelques-uns, on le voit au contraire flotter sous l'apparence d'une membrane légère. Le bâtonnet mesure de 14μ à 18μ de long sur environ $1^{\mu},5$ de largeur; le noyau, de 3μ à 4μ de long et 2μ de large. Sous l'action de l'éosine hématoxylique, le noyau se teint en bleu, le protoplasma en rose clair et le bâtonnet en rouge brique, rappelant la coloration que prend l'hémoglobine sous l'influence de l'éosine.

» Un examen attentif ne permet cependant pas de comparer ces éléments à des globules sanguins déformés. Tous, en effet, ont exactement la même structure avec les mêmes caractères parfaitement définis; dans tout le reste de la préparation, au contraire, et d'un très grand nombre de préparations faites exactement de la même manière, il est absolument impossible de retrouver une seule figure comparable; les globules du sang, qui sont disséminés partout et se montrent les uns intacts, les autres plus ou moins déformés, suivant qu'ils étaient dans des régions plus ou moins protégées par les tissus calcifiés contre l'action du fixateur, ne présentent, en aucun point, un aspect ni comparable, ni même le plus légèrement analogue aux organismes qui nous occupent.

» De plus, leur longueur normale est 11μ, notablement inférieure, par conséquent, à celle du bâtonnet; tandis que le noyau est, au contraire, légèrement plus gros que celui des cellules que nous décrivons. On ne pourrait pas non plus songer à les considérer comme des phagocytes ayant absorbé un corps étranger, car les bâtonnets sont tous semblables et ne présentent aucun signe d'altération. On est donc amené à conclure que ces bâtonnets sont une production particulière de l'élément au sein duquel ils se trouvent, et, comme on ne saurait attribuer cette propriété aux éléments propres du poisson qui les renferme, il faut admettre que ce sont des organismes étrangers qui y vivent en parasites.

» Sans vouloir, du reste, rien préjuger de leur nature ni de celle des corpuscules de Kunstler, nous ne pouvons nous empêcher de retrouver une certaine analogie entre ces deux formes, et nous avons cru devoir signaler l'existence de ces organismes singuliers, en attendant d'avoir l'occasion d'en faire une étude plus complète. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur les glandes anales des* Carabidæ ([1]). Note de M. L. Bordas, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les Carabidæ, très abondants dans les campagnes, se rencontrent à chaque pas, courant dans les sentiers, entre les herbes des bois et sur les talus bien exposés. Ils se reconnaissent facilement à leur corps ovalaire et convexe, à leurs élytres d'apparence métallique et brillant, en général, des plus vives couleurs. Quelques-uns des insectes de cette famille sont désignés sous le nom de *vinaigriers*, à cause de la propriété qu'ils possèdent de rejeter, par l'extrémité postérieure abdominale, un liquide âcre, caustique, d'odeur nauséabonde qui, projeté dans l'œil, y cause momentanément une douleur très vive, analogue à celle que pourrait produire l'action d'un acide ou d'un alcali très dilué. Ce *liquide défensif* (acide butyrique), dont la nature chimique a été déterminée par Pelouze en 1857, est sécrété par les *glandes anales*. Nous avons étudié ces organes chez les espèces suivantes : *Carabus, Nebria, Licinus, Chlœnius, Feronia, Harpalus, Amara, Zabrus, Broscus*, etc.

» Dans toutes les espèces, ces glandes comprennent : 1° des *follicules sécréteurs* disposés en grappe, 2° *un canal efférent*, 3° un *réservoir collecteur* et 4° *un conduit excréteur* s'ouvrant, non pas dans l'intestin, mais dans le cloaque et lançant, au moment de l'attaque, contre l'ennemi, le liquide accumulé dans le réservoir.

» Les *glandes anales* du *Carabus nemoralis* (Illig.) sont relativement volumineuses et très apparentes. Elles sont constituées par une série d'*acini* (20 à 25), généralement ovoïdes ou piriformes et disposés en grappe à l'extrémité terminale du conduit efférent. Ce dernier se ramifie latéralement, et ce sont les ramuscules ainsi formés qui se terminent dans les glomérules glandulaires.

» Chaque lobule sécréteur, entouré d'une mince membrane externe, est constitué par une série de petits tubes qui vont converger vers un réservoir central d'où part le canalicule excréteur. L'ensemble de chaque massif glandulaire forme ainsi un faisceau granuleux, recouvert par la carapace et logé un peu en avant du rectum.

» Le *canal efférent* est long, mince et sinueux. Il va s'ouvrir, par sa partie terminale élargie, vers la base de la vésicule glandulaire, un peu au-dessus d'une large mais peu profonde dépression marquant l'origine du conduit excréteur. Ses parois sont

---

([1]) Résumé d'un travail, les *Glandes défensives des Coléoptères*, fait au laboratoire de M. le Professeur Marion, à Marseille.

épaisses et comprennent, outre une mince membrane externe, deux assises musculaires, dont l'extérieure, composée de faisceaux circulaires, est de beaucoup la plus épaisse. Ces divers faisceaux sont disposés par bandes concentriques, simulant assez nettement l'apparence que présentent les anneaux chitineux spiralés des trachées. L'épithélium interne est constitué par une seule couche de cellules aplaties.

» Le *réservoir collecteur* de la glande a une forme ovoïde, à extrémité antérieure légèrement renflée et à portion postérieure amincie. Cette dernière n'est séparée du conduit excréteur que par une légère dépression transversale circulaire. Ses dimensions sont assez considérables et présentent les longueurs suivantes : diamètre antéro-postérieur $1^{mm},8$ et $0^{mm},8$ pour le diamètre transversal. Ce réservoir est généralement gonflé par un liquide, de couleur blanchâtre, provenant de la sécrétion des lobules glandulaires.

» Les parois du réceptacle sont épaisses et comprennent de puissantes couches de faisceaux musculaires obliques et longitudinaux, dont les brusques contractions servent à lancer au dehors, contre l'ennemi, le liquide défensif gardé en réserve dans la vésicule. L'intérieur de cette dernière est tapissé par une mince membrane chitineuse.

» Le *conduit excréteur* fait directement suite à la vésicule glandulaire. Il se dilate tout d'abord en une sorte d'ampoule fusiforme, puis reprend ensuite un diamètre uniformément cylindrique. Ce canal est peu sineux et s'avance, en longeant les parois dorso-latérales du rectum, vers l'extrémité postérieure de l'abdomen. A sa partie terminale, on constate la présence d'une sorte d'ampoule se continuant par un tube très court. Ce dernier va s'ouvrir dans le cloaque, au fond d'une petite dépression de la paroi interne de la plaque dorso-postérieure abdominale. L'orifice est cylindrique et entouré par un bourrelet circulaire, jouant le rôle de sphincter. Des parois latérales externes de la vésicule partent deux faisceaux musculaires, dont les contractions facilitent les dilatations de cette dernière et du sphincter anal pour permettre au liquide, lancé brusquement par le réceptacle, de franchir sans encombre l'orifice terminal et d'être expulsé au dehors.

» Les parois du conduit excréteur sont revêtues intérieurement d'une membrane chitineuse. La présence de cette dernière dans le conduit excréteur et le réceptacle indique l'origine ectodermique de ces deux parties de l'organe glandulaire anal. »

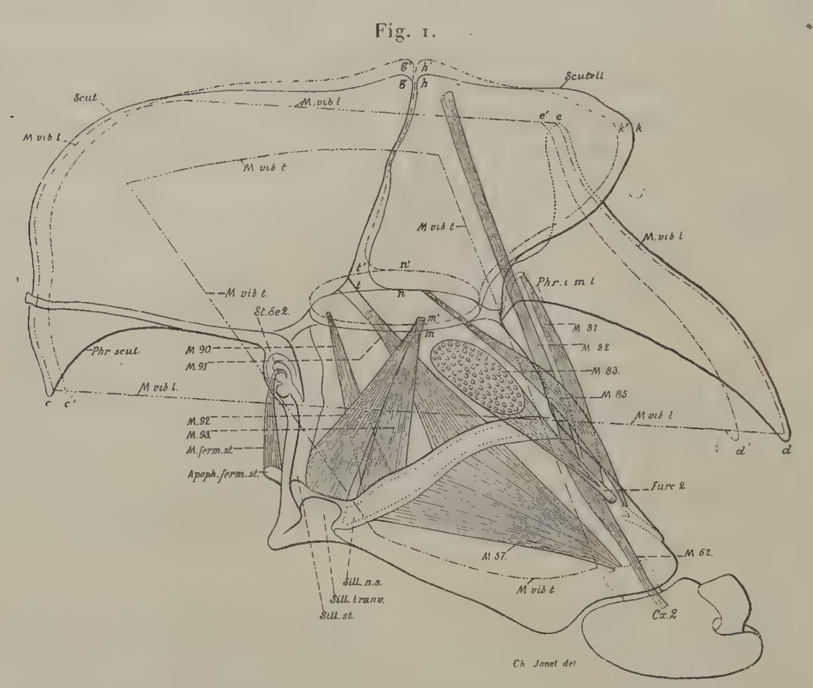
PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur le mécanisme du vol chez les Insectes.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Marey.

« Bien que l'étude du mécanisme du vol chez les Insectes ait fait l'objet d'un grand nombre de travaux, il n'est pas facile de se faire une idée nette, au moins pour certains groupes d'Insectes, de la façon dont les muscles vibrateurs du vol transmettent leurs vibrations aux ailes. Je viens

d'étudier cette question chez les Hyménoptères et je me propose d'expliquer, dans la présente Note, en prenant pour type la Fourmi, comment les choses se passent.

» M. Marey a constaté que le mouvement imprimé aux ailes des Insectes, dans le vol, est peu compliqué : c'est un simple mouvement de va-et-vient dans un plan perpendiculaire à l'axe du corps. Cette simple oscillation suffit à expliquer tous les mouvements de l'aile, car c'est la résistance de l'air qui produit la déviation en lemniscate de son extrémité, ainsi que les changements d'inclinaison de sa partie membraneuse.

Fig. 1.



Myrmica rubra, reine. Mésothorax vu de côté, la musculature supposée vue par transparence. L'articulation alaire est schématisée par une plaque *mn* articulée sur tout son pourtour. Des traits discontinus et ponctués indiquent les contours des muscles vibrateurs longitudinal *M. vib. l.* et transversal *M. vib. t.*, ainsi que la déformation subie, par le mésothorax, sous l'influence de la contraction vibratoire de ces muscles.

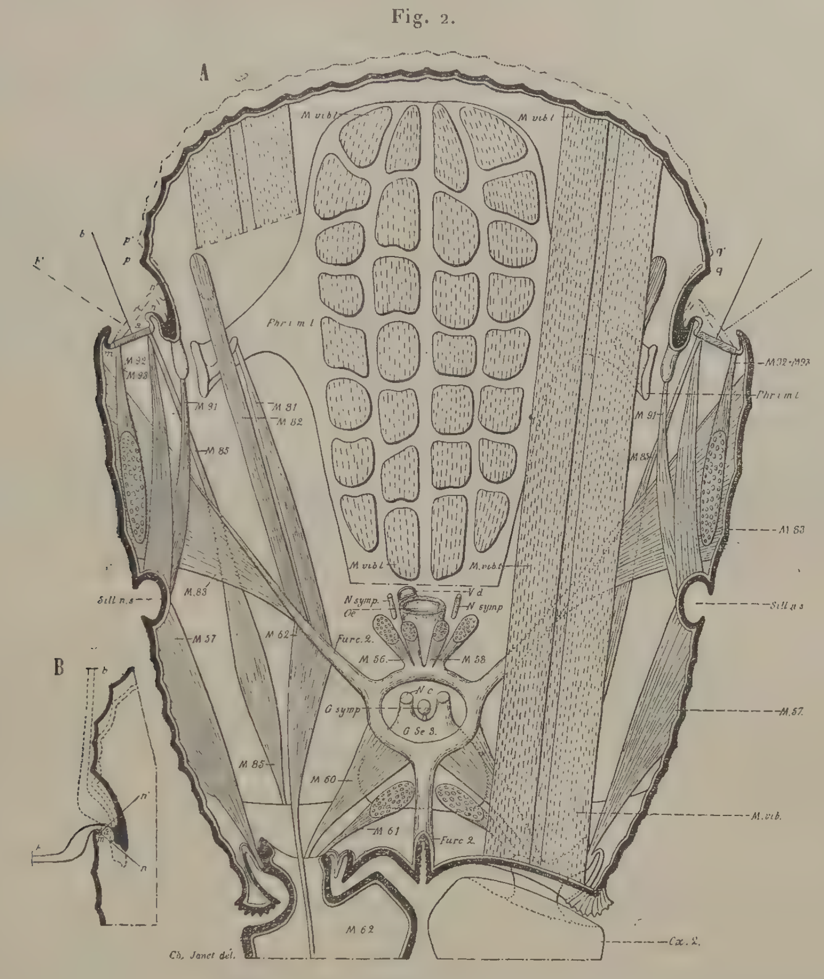
» Chez les Hyménoptères, les ailes postérieures sont dépourvues de musculature motrice; pendant le vol, elles resteraient immobiles si elles n'étaient accrochées aux ailes antérieures et entraînées par elles. Cela se voit bien dans les premiers mouvements des ailes des Guêpes qui viennent de quitter leur cocon ([1]). Il suffit donc, pour l'étude du mouvement des ailes dans le vol, chez les Hyménoptères, d'étudier les mouvements des ailes antérieures.

» Ainsi que cela a été reconnu par les auteurs qui ont étudié cette question, et en

([1]) Ch. Janet, *Études sur les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles*, Note 9, p. 93.

particulier par Chabrier, les vibrations du scutum et du scutellum jouent un rôle important dans l'acte du vol. Ces vibrations sont produites par deux énormes paires

Fig. 2.



A, coupe transversale du mésothorax. L'articulation alaire est représentée, schématiquement, par une plaque *mn* articulée sur tout son pourtour, et l'aile par un axe rigide *ab* fixé sur cette plaque. B, l'articulation alaire et la nervure costale sont représentées d'une façon se rapprochant davantage de la réalité pour montrer que l'amplitude de la vibration peut dépasser un angle droit.

Apoph. ferm. st., *M. ferm. st.*, apophyse et muscle de fermeture du stigmate; *Cx.* 2, 2e coxa; *Furc.* 2, furca mésothor.; *G. Se.* 3, ganglion métathor.; *G. symp.*, G. sympathique; *M.* 53 et *M.* 56, muscles moteurs du prothorax; *M.* 57, *M.* 60, *M.* 61 et *M.* 62, m. moteurs des pattes; *M.* 81, *M.* 82, *M.* 83, *M.* 85, *M.* 90, *M.* 91 et *M.* 92, 93, m. moteurs des pièces mésothoraciques et m. de mise en place des ailes; *M. vib. l.*, *M. vib. t.*, m. vibrateurs longitudinal et transversal; *N. c.*, connectif; *N. symp.*, nerf sympathique; *Oe.*, œsophage; *Phr. scut.*, *Phr. i. m. l.*, phragma du scutum et p. du scutellum; *Scut.*, scutum; *Scutell.*, scutellum; *Sill. n.-s.*, sillon noto-sternal; *Sill. st.*, s. stigmatique; *Sill. transv.*, s. transversal; *St. Se.* 2, stigmate mésothoracique; *Vd.*, aorte.

de muscles vibrateurs : une paire longitudinale *M. vib. l.* et une paire transversale *M. vib. t.* (*fig.* 1 et 2).

» Le résultat de mes observations peut être exposé en représentant, schématiquement, l'articulation de l'aile étendue, par une plaque *mn* articulée sur tout son pourtour, et l'aile, par une tige *ab* solidaire de la plaque *mn*.

» Sous l'influence de la contraction des muscles vibrateurs longitudinaux *M. vib. l.*, grâce à la charnière *gt* et à la poussée vers l'avant produite par les deux cornes du phragma du scutellum *Phr. i. m. l.*, la partie antérieure du scutum et la partie postérieure du scutellum se rapprochent et le contour *cghked* devient $c'g'h'k'e'd'$. Le résultat de cette déformation est d'amener la charnière de *gt* en $g't'$. Toute la partie moyenne de la région dorsale du mésothorax se trouve ainsi soulevée en bloc et passe (*fig.* 2, A) de *pq* en $p'q'$. Ce soulèvement entraîne le bord dorsal de l'articulation, l'amène de *n* en n' et la ligne *ab* prend la position $a'b'$: c'est la demi-vibration d'abaissement de l'aile.

» Lorsque les muscles longitudinaux ont cessé de se contracter, les muscles transversaux se contractent à leur tour et ramènent le bord dorsal de l'articulation de n' en *n*, et la ligne $a'b'$ reprend sa position *ab* : c'est la demi-vibration de soulèvement de l'aile.

» En réalité, l'angle que forment les axes *b*, b' dans leurs positions extrêmes n'est pas un angle aigu *a*, comme le représente la *fig.* 1, A, mais bien un angle à peu près droit. Il suffit, pour rendre sur ce point le schéma plus rapproché de la réalité, de remarquer que la distance de *m* à *n* est fort courte et que le déplacement vibratoire nn' suffit pour donner aux directions extrêmes *mn*, mn' un écartement angulaire supérieur à un angle droit. La *fig.* 1, B représente le schéma modifié de manière à montrer l'amplitude réelle des mouvements de la nervure costale.

» Chabrier attribue les mouvements de soulèvement et d'abaissement des ailes de l'Hyménoptère à l'élasticité du scutum, qui s'élargirait transversalement par suite d'un ploiement résultant du rapprochement de son extrémité antérieure avec son extrémité postérieure.

» Pour moi, le scutum est rigide, aussi bien que le scutellum qui lui fait suite; mais ces deux pièces sont mobiles, l'une par rapport à l'autre, grâce à la charnière qui les sépare, et la contraction des muscles vibrateurs du vol produit, non pas un élargissement transversal de la première de ces pièces, mais un soulèvement des deux extrémités de la charnière située entre elles.

» En outre des deux énormes paires de muscles vibrateurs qui sont les muscles essentiels du vol, le mésonotum contient une série de petits muscles qui servent à

donner aux ailes et aux parties mobiles du mésonotum les positions qu'elles doivent occuper pendant la vibration et dont voici l'énumération :

» Il y a d'abord deux muscles de mise en place de l'aile : le muscle *M*90 qui sert à l'étendre pour l'amener dans la position du vol, et le muscle à deux chefs *M*92, *M*93 qui sert à la ramener à la position de repos. Ces deux muscles se fixent contre le sillon noto-sternal. Le muscle *M*85, qui se fixe sur l'apodème transverse situé à la jonction du méso avec le métasternum, s'attache à l'une des pièces chitineuses de l'articulation de l'aile. Il semble jouer un certain rôle dans la direction du vol. Le muscle *M*91 agit sur le scutum. Il se fixe sur le sillon noto-sternal et s'attache à une forte apophyse du scutum au voisinage de l'articulation de l'aile. En examinant la figure 2, A on voit que les deux muscles de cette paire peuvent produire, par leur action simultanée, un enfoncement et, par leur action séparée, un déversement latéral du notum. Ces déplacements modifient la position moyenne de vibration et influent, ainsi, sur la direction du vol. La paire *M*82 agit sur le scutellum. Elle se fixe sur la face dorsale des branches de la grande furca *Furc*2 et s'insère sur les côtés de la région dorsale du scutellum non loin de sa bordure antérieure. La paire *M*81 se fixe à côté de la précédente sur les branches de la grande furca et s'attache aux cornes latérales du grand phragma *Phr. i. m. l.* qui fournit l'insertion postérieure des muscles vibrateurs longitudinaux. Il agit sur la position de ce grand phragma. La paire de grands muscles *M*83 qui termine les branches de la furca va s'attacher sur les pleurae du mésonotum et agit sur la position de la paroi latérale du mésothorax. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Relations entre l'intensité de la coloration verte des feuilles et l'assimilation chlorophyllienne* (1). Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Un certain nombre de plantes appartenant à des variétés ou à des espèces voisines ont un feuillage dont la coloration verte offre normalement des intensités très diverses. Je me suis proposé de rechercher quelles relations il peut exister entre cette intensité et l'énergie avec laquelle les feuilles considérées décomposent l'acide carbonique; je voulais en même temps voir s'il est possible dans tous les cas d'expliquer les différences d'assimilation simplement par la structure des feuilles et la quantité de chlorophylle, ou si, au contraire, on ne serait pas dans la nécessité d'invoquer parfois l'influence d'autres facteurs, la spécificité du pigment vert, l'activité propre des leucites, par exemple.

» Les variétés et espèces sur lesquelles il s'agissait d'expérimenter étaient choisies de telle façon qu'elles aient des feuilles dans le même état

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

de développement, qu'elles aient vécu côte à côte dans le même sol, exposées aux mêmes conditions météorologiques.

» Mes expériences ont porté sur des variétés ou espèces voisines appartenant aux Céréales, aux Laitues, Fuchsias, Bégonias, Vignes, Rosiers, Troënes, Cannas, Chrysanthèmes, Spirées, Pêchers et Pruniers.

» *Céréales.* — Je dois à l'obligeance de M. de Vilmorin une liste assez longue de Céréales dont le feuillage est, soit d'un vert foncé, soit d'un vert tendre ou jaunâtre, pour la même espèce. Mes recherches ont été faites à la fin d'avril au moment où les plantes atteignaient de $0^m,50$ à $0^m,80$ de hauteur et étaient pourvues d'un feuillage abondant et bien vigoureux.

» En faisant assimiler des feuilles de même âge dans de petites éprouvettes aplaties, j'ai trouvé par exemple que le *Blé Suisse,* dont la feuille est pâle, décompose moins d'acide carbonique par unité de surface que le *Blé de Crépi* et que le *Blé de l'île de Noë,* dont la teinte, chez ce dernier surtout, est notablement plus foncée. Mais ces différences ne sont pas aussi grandes qu'on aurait pu le supposer. Ainsi, le *Blé Suisse* a une énergie assimilatrice qui, rapportée à celle du *Blé de Crépi,* est mesurée par 0,93, et, à celle du *Blé de Noë,* par 0,80. Je désignerai, dans la suite, sous le nom de *rapport d'assimilation,* le rapport de la quantité d'oxygène dégagé par les feuilles les moins vertes à la quantité d'oxygène dégagé par les feuilles les plus vertes, pour une même surface.

» Avec le *Seigle émeraude,* qui est d'un vert tendre luisant, et le *Seigle d'Ile,* qui est glauque, il y a égalité d'énergie assimilatrice. Il est bon de remarquer que la teinte glauque, plus prononcée encore dans le *Blé de Noë,* est due à la présence de cires épidermiques qui n'ont rien à voir avec la matière verte.

» Entre l'*Orge Chevalier,* qui a les feuilles foncées, et l'*Orge nue grosse,* les rapports d'assimilation sont voisins de 0,90. Il en est de même avec l'*Avoine noire de Russie* et l'*Avoine noire de Brie* dont la teinte est plus pâle.

» Les différences d'assimilation, sauf pour le *Blé de Noë* et le *Blé Suisse,* sont donc peu accusées. Si l'on examine des coupes transversales de feuilles, on voit que les chloroleucites sont à peu près identiques dans les variétés vertes et blondes; mais chez ces dernières, ils paraissent un peu moins nombreux dans chaque cellule et le parenchyme assimilateur n'est pas aussi bien développé. Il y a donc, ici, concordance parfaite entre les résultats physiologiques et les données anatomiques.

» *Laitues et Romaines.* — On cultive dans les jardins des variétés de Laitues et de Romaines qui se distinguent très nettement par la coloration de leurs feuilles. Je citerai par exemple la *Laitue blonde maraîchère* et la *Laitue grise ou plate maraîchère* qui sont d'un vert pâle alors que la *Laitue d'Alger* et la *Laitue Palatine* sont d'un vert foncé; il y a aussi des *Romaines blondes* et des *Romaines brunes.* Or en comparant entre elles les feuilles de ces plantes, j'ai obtenu des rapports d'assimilation voisins de 0,80. Les différences sont, comme on le voit, plus grandes que pour les Céréales; mais les feuilles des variétés brunes sont plus épaisses et leurs chloroleucites sont plus gros et à teinte plus foncée. J'ai d'autre part contrôlé les résultats précédents en mesurant *l'augmentation des poids secs* dans les deux variétés; les résultats obtenus par cette méthode sont très analogues à ceux que fournit la première.

» *Fuchsias.* — Trois variétés ont été étudiées : *Mazeppa, Blanche de Castille* et *Champion.* La première seule a des feuilles d'un vert foncé; celles de la seconde sont d'un vert pâle un peu terne avec des nervures blanchâtres, tandis que dans la troisième la teinte verte est légèrement plus foncée et luisante et les nervures sont colorées en rouge. Or ces feuilles, dans le même temps et par unité de surface, ont dégagé des quantités d'oxygène mesurées par les chiffres suivants.

	Mazeppa.	Blanche de Castille.	Champion.
	cc	cc	cc
1re expérience	0,216	0,169	0,179
2e expérience..........	0,061	0,050	0,056
3e expérience..........	0,115	0,073	0,080

» Or les variétés *Mazeppa* et *Blanche de Castille* ont des feuilles également épaisses et de même structure; mais les chloroleucites dans la deuxième variété sont moins nombreux et surtout moins verts; leurs granulations incolores sont très apparentes.

» Quant à la troisième variété, ses feuilles, moins épaisses (180^{μ} au lieu de 240^{μ}), devraient assimiler moins que dans la variété *Blanche de Castille*, vraisemblablement dans la proportion des trois quarts environ; mais, par contre, ses chloroleucites, un peu moins verts que dans la variété *Mazeppa,* sont plus foncés que dans la variété *Blanche de Castille,* et les granulations incolores n'apparaissent pas.

» La structure des feuilles et l'examen des chloroleucites permettent donc ici encore d'expliquer les différences d'assimilation. Il en est de même chez des variétés de Bégonias et de Vigne; les rapports d'assimilation étant de 0,58 pour les premières de ces plantes et de 0,92 pour les secondes. Mais il n'en est pas de même pour les plantes suivantes :

» *Cannas.* — Deux variétés, l'une à feuillage vert foncé, bleuâtre même, l'autre à feuillage vert clair, ont dégagé des quantités d'oxygène très voisines : $2^{cc},20$ contre $2^{cc},14$ dans la première expérience; $0^{cc},943$ et $0^{cc},921$ dans la deuxième; $0^{cc},833$ et $0^{cc},816$ dans la troisième, etc. Les différences sont, comme on le voit, presque nulles et pourtant le mésophylle de la variété foncée est plus épais (170^{μ} au lieu de 135^{μ}) et ses chloroleucites sont plus gros et plus verts; enfin l'énergie respiratoire des feuilles rapportée à l'unité de volume est la même chez tous les individus.

» *Chrysanthèmes.* — Les rapports d'assimilation s'élèvent jusqu'à 1,05 et 1,10. La feuille foncée assimile *le moins,* quoique plus épaisse et à tissu palissadique plus vert.

» *Spirées.* — Les énergies assimilatrices sont égales chez le *Spiræa Billardi* à feuilles blondes et le *Spiræa Revesiana* à feuilles foncées et glauques.

» *Pêchers.* — Deux variétés, l'une à feuilles vertes, l'autre à feuilles blondes, décomposent l'acide carbonique avec la même intensité. Les feuilles blondes diffèrent des feuilles vertes en ce qu'elles possèdent des plages de tissu lacuneux moins riches en chlorophylle et d'autres plages intéressant tout le mésophylle dont les cellules ont des chloroleucites moins verts.

» *Pruniers.* — La *Reine-Claude dorée,* qui est foncée, et la *Reine-Claude diaphane,* à feuillage blond, se comportent comme les Pêchers ; pourtant, les feuilles sont moins riches en chlorophylle dans la seconde variété que dans la première.

» *Conclusions.* — La coloration verte plus ou moins foncée des feuilles adultes développées dans les mêmes conditions de milieu et appartenant à des plantes de variétés et d'espèces voisines ne permet pas toujours d'expliquer, et, à plus forte raison, de prévoir l'intensité de la fonction chlorophyllienne. Si, le plus souvent, des feuilles très vertes ont une énergie assimilatrice supérieure à celle de feuilles d'un vert pâle (Céréales, Laitues et Romaines, Bégonias, Fuchsias), il arrive que des feuilles ayant la même teinte assimilent différemment (Fuchsias), ou que des feuilles d'un vert pâle assimilent autant et même plus que des feuilles dont la teinte est plus foncée (Pêchers, Pruniers, Cannas, Chrysanthèmes).

» L'épaisseur du mésophylle, sa structure, et, en particulier, le développement du tissu palissadique; le nombre, la dimension et la teinte des chloroleucites dans chaque cellule sont autant de facteurs dont les variations ont sur la coloration verte des feuilles des effets soit concordants, soit opposés; leur action sur la décomposition de l'acide carbonique donne une résultante que l'expérience seule peut faire connaître dans son sens et sa grandeur.

» Cette résultante semble même, dans certains cas, en contradiction avec les données déduites de l'Anatomie. *Il y a donc d'autres causes (peut-être l'activité propre des chromoleucites ou la nature différente des chlorophylles) qui font varier l'assimilation.* »

BOTANIQUE. — *Sur les feuilles primordiales des Cupressinées.* Note de M. **Aug. Daguillon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai communiqué à l'Académie, il y a quelques années ([1]), des observations relatives à l'organisation des feuilles, dites *primordiales*, qui succèdent immédiatement aux cotylédons chez les Conifères de la tribu des Abiétinées : cette organisation est, à plusieurs égards, intermédiaire entre celle des cotylédons et celle des feuilles définitives.

» J'ai eu, depuis cette époque, à diverses reprises, l'occasion d'observer des faits analogues chez un certain nombre de représentants de la tribu des Cupressinées, et je pense qu'il y a encore un certain intérêt à réunir aujourd'hui dans un Tableau d'ensemble les résultats de ces observations.

([1]) Aug. Daguillon, *Sur le polymorphisme foliaire des Abiétinées* (*Comptes rendus*, 14 janvier 1889).

» Chez la plupart des Cupressinées typiques (*Cupressus, Chamæcyparis Lawsoniana, Biota, Thuja*, certains *Juniperus*) les feuilles primordiales diffèrent profondément, par leur forme extérieure, des feuilles que porte la plante « caractérisée » : les premières sont longues, aciculaires et nettement écartées de l'axe qui les porte, tandis que les secondes sont courtes, squammiformes et concrescentes avec l'axe par la plus grande partie de leur face ventrale. M. Van Tieghem considère la disposition fasciculée des feuilles sur les rameaux courts des Pins adultes comme une altération secondaire, due à l'influence du milieu, et regarde comme normale la disposition éparse des feuilles sur les rameaux longs ou sur la plante jeune ([1]). Je suis porté à considérer comme relevant d'une cause analogue la concrescence des feuilles avec les rameaux chez les Cupressinées caractérisées.

» Parfois la disposition phyllotaxique offre des caractères spéciaux aux feuilles primordiales. C'est ainsi que chez *Cupressus, Chamæcyparis Lawsoniana, Biota orientalis, Thuja occidentalis* et *Lobbi*, etc., aux deux cotylédons succède une première paire de feuilles opposées, décussées avec les cotylédons; puis vient une série de verticilles quaternés; enfin le nombre des feuilles du verticille tombe brusquement à deux : les feuilles des paires successives, formant quatre rangées à la surface de la tige, deviennent d'ailleurs squammiformes. Chez *Juniperus communis* les feuilles demeurent aciculaires à tout âge; mais on observe une première paire de feuilles opposées, à laquelle succèdent immédiatement des verticilles ternés ou bien des verticilles quaternés d'abord, ternés ensuite.

» Dans l'étude du passage de la structure du cotylédon à celle de la feuille définitive, il y a lieu de laisser de côté les feuilles squammiformes et concrescentes avec la tige, dont la morphologie interne subit le contrecoup de l'altération que l'influence du milieu a imprimée à la plante tout entière. Ce passage se traduit surtout par des changements dans la constitution de l'épiderme, de l'hypoderme, du mésophylle, de la méristèle et de l'appareil sécréteur.

» 1° *Épiderme*. — La cutinisation de l'épiderme augmente, d'une manière générale, depuis le cotylédon jusqu'à la feuille définitive. Quant à la distribution des stomates, qui sont portés exclusivement par la face supérieure dans le cotylédon, elle prend généralement, dès les feuilles primordiales, le caractère qu'elle revêt chez la feuille

---

([1]) Ph. Van Tieghem, *Sur la structure primaire et les affinités des Pins* (*Journal de Botanique*, t. V, p. 282 en note; 1891).

définitive, lorsqu'ils y sont localisés à la face supérieure (*Juniperus communis*) ou répartis entre les deux faces (*Wellingtonia gigantea, Cryptomeria japonica, Taxodium distichum, Cupressus, Chamæcyparis Lawsoniana, Biota orientalis*); quand ils sont plus nombreux à la face inférieure et y forment deux bandelettes symétriques (*Taxodium distichum*), cette différenciation entre les deux faces est beaucoup moins accusée dans les feuilles primordiales que dans les feuilles définitives; on peut voir (*Thuja occidentalis* et *Lobbi*) les stomates se répartir inégalement entre les deux faces dans les toutes premières feuilles, pour émigrer complètement à la face inférieure dans les suivantes.

» 2° *Hypoderme.* — L'hypoderme scléreux, qu'on trouve très généralement dans la feuille définitive, peut être totalement absent du cotylédon (*Wellingtonia gigantea, Cryptomeria japonica, Taxodium distichum*); souvent il est nul aussi dans les feuilles primordiales (*Wellingtonia gigantea, Sequoia sempervirens, Cryptomeria japonica*); si on le rencontre dans ces deux formes, c'est avec un développement moindre que celui qu'il acquiert dans la feuille définitive (*Araucaria imbricata, Taxodium distichum, Cupressus, Chamæcyparis Lawsoniana, Biota orientalis*), et ce n'est que progressivement qu'on le voit prendre, de feuille en feuille, son développement complet.

» 3° *Mésophylle.* — Quand le mésophylle de la feuille définitive est hautement différencié, cette différenciation ne se manifeste pas dès les feuilles primordiales : elle n'apparaît que progressivement. C'est ainsi que chez *Araucaria imbricata* le mésophylle, entièrement homogène dans les écailles primordiales, ne différencie, dans les feuilles suivantes, que sa partie supérieure en tissu palissadiforme, tandis que, dans les feuilles définitives, cette différenciation se manifeste également aux deux faces.

» 4° *Méristèle.* — Généralement la méristèle est simple dans toutes les feuilles. Lorsque la feuille définitive renferme plusieurs méristèles (*Araucaria imbricata*), les premières feuilles n'en renferment qu'une; puis leur nombre s'élève à trois et augmente de feuille en feuille, restant typiquement impair. La constitution du faisceau libéro-ligneux est, dès le cotylédon, sensiblement la même que dans la feuille définitive; mais le nombre des éléments du bois et du liber augmente, d'une manière générale, à mesure que s'élève le rang de la feuille considérée. Ce qui augmente surtout, du cotylédon à la feuille définitive, c'est le développement des deux ailes vasculaires qui, constituées aux dépens du péridesme, partent des flancs de la partie ligneuse du faisceau pour venir appliquer leurs extrémités contre les cellules de l'endoderme : cet accroissement de développement du tissu de transfusion est particulièrement sensible chez *Araucaria imbricata,* où elles s'étendent beaucoup, au-dessus du faisceau, de manière à se rejoindre plus ou moins, de part et d'autre du plan de symétrie de ce dernier, qui est souvent occupé, dans les feuilles définitives, par un ou deux plans de cellules péridesmiques ordinaires, ou bien encore chez *Wellingtonia gigantea,* où elles sont, dans les feuilles définitives, très étalées transversalement.

» Quant aux fibres péridesmiques qui occupent la face dorsale du faisceau dans certaines espèces (*Araucaria imbricata, Sequoia sempervirens, Taxodium distichum, Cupressus sempervirens* et *macrocarpa, Thuja occidentalis*), elles manquent ordinairement dans le cotylédon et dans les feuilles primordiales; je les ai toutefois observées chez *Cupressus sempervirens* et *macrocarpa,* ainsi que *Thuja occidentalis.*

» 5° *Appareil sécréteur*. — L'appareil sécréteur présente, du cotylédon à la feuille primordiale et à la feuille définitive, des différences tant dans le nombre que dans la situation des canaux sécréteurs. Il peut être nul dans le cotylédon et bien développé, au contraire, dans les feuilles suivantes (*Taxodium distichum, Cupressus, Chamæcyparis Lawsoniana, Biota, Thuja, Juniperus*). C'est chez *Cryptomeria japonica* que j'ai observé la plus grande variation dans le nombre et la distribution des canaux : le cotylédon en contient deux latéraux, auxquels s'ajoute, dans la feuille primordiale, un canal impair au-dessous de la méristèle; c'est ce canal impair qui persiste seul dans la feuille définitive. Chez *Araucaria imbricata* c'est, au contraire, le canal impair, situé au-dessous de la méristèle, qui caractérise les feuilles primordiales et disparaît dans les feuilles définitives; en même temps, de nouveaux canaux pairs s'ajoutent aux deux canaux latéraux des premières feuilles : ils s'intercalent entre les méristèles, dont ils occupent le niveau. Chez *Taxodium distichum*, au canal impair qui existe dans toutes les feuilles, sauf les cotylédons, s'ajoutent quelquefois, dans les feuilles définitives, deux petits canaux latéraux. La situation du canal impair, ordinairement superficielle dans le cotylédon et la feuille primordiale, devient parfois plus profonde dans la feuille définitive (*Wellingtonia gigantea, Sequoia sempervirens, Cryptomeria japonica,* certains *Cupressus*).

» En résumé, l'existence des feuilles primordiales n'est pas moins constante chez les Cupressinées que chez les Abiétinées. Le passage de la forme primordiale à la forme définitive est caractérisé parfois par une modification phyllotaxique et toujours par une différenciation croissante dans la morphologie interne de la feuille (modifications dans la distribution des stomates et des canaux sécréteurs, développement progressif de l'hypoderme, différenciation dans la structure de la méristèle). »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la structure des faisceaux placentaires dans le genre* Primula. Note de M. E. **Decrock**, présentée par M. Guignard.

« Il est généralement admis que les faisceaux conducteurs placentaires des Primulacées ont une orientation inverse de celle que présentent les faisceaux de la tige, le bois étant tourné vers la périphérie, le liber vers le centre. Cette notion n'est exacte que dans certains cas. Dans cette Note, je me contenterai de donner un résumé de mes observations sur le genre *Primula*, dont j'ai étudié plus de quarante espèces.

» I. Dans *Primula acaulis* Jacq., *P. verticillata* Forsk., *P. stricta* Horn., *P. eliator* Jacq., *P. officinalis* Jacq., etc., on trouve dans la colonne placentaire de 5 à 10 faisceaux suivant les espèces. Dans chacun de ces faisceaux, le liber entoure complètement

le bois; il est formé de groupes de deux ou trois éléments à parois épaisses et nacrées, séparés par des cellules cambiales. Les vaisseaux du bois différenciés les premiers occupent le centre de la masse ligneuse, tous les autres se différencient en rayonnant autour des premiers.

» Il arrive parfois que le liber soit plus développé du côté interne que du côté externe.

» II. Dans *P. scotica* Hook., *P. longiflora* All., *P. marginata* Curt., etc., les faisceaux sont concentriques comme dans le cas précédent, mais ils n'ont plus une section circulaire, le bois est formé de vaisseaux disposés suivant des bandes tangentielles. Ces bandes sont régulièrement concentriques, ou pliées en V ou en zigzag. Leur différenciation est toujours rayonnante à partir du centre de différenciation ligneuse, mais elle s'opère dans deux directions prédominantes.

» III. Dans les *P. sinensis* Lindl., *P. viscosa* All., la colonne placentaire renferme 10 faisceaux libéro-ligneux inverses; le bois est effectivement tourné vers la périphérie et le liber vers le centre. Les vaisseaux disposés en éventail se développent d'un seul côté. Le liber les enveloppe fréquemment, sauf du côté externe où ils sont adossés à quelques cellules cambiales.

» IV. Dans *P. farinosa* L., les faisceaux se réunissent dès la base de la colonne placentaire en un cordon libéro-ligneux concentrique occupant le centre de la colonne placentaire et du placenta.

» En résumé, dans la grande majorité des espèces, les faisceaux placentaires sont concentriques, au sens qu'admettait de Bary. Dans le *P. sinensis*, le centre de différenciation ligneuse occupe la région externe du faisceau procambial, ne laissant point de place pour le développement du liber de ce côté. Dans le *P. scotica*, les vaisseaux du bois se développent surtout dans le sens tangentiel. Dans le *P. farinosa*, les faisceaux se fusionnent en un cordon libéro-ligneux concentrique, par suite de la réduction des dimensions de la fleur et en particulier de la colonne placentaire.

» Dans le placenta, ces faisceaux se divisent à plusieurs niveaux pour se rendre aux ovules, comme l'a montré M. Van Tieghem, dans ses *Recherches sur la structure du pistil.*

» Où s'insèrent les faisceaux placentaires? Dans le réceptacle floral, ils se réunissent en cinq faisceaux, qui divergent vers les faisceaux sépalaires et pétalaires, viennent se placer entre eux sur la même circonférence et enfin s'unissent à eux latéralement. Les éléments ligneux et libériens de toute cette portion inférieure sont des tubes criblés et des vaisseaux courts.

» Le placenta des Primulacées a donné lieu à une série d'hypothèses au point de vue de sa valeur morphologique. On y a vu tour à tour un organe de nature axile, un ensemble complexe formé de l'axe et des carpelles soudés, un deuxième verticille de carpelles, une réunion de ligules carpel-

laires, le résultat de la concrescence des faces ventrales des carpelles, les faces radiales ne s'étant pas développées.

» Pour discuter ces hypothèses avec la rigueur qu'elles méritent, il convient de tenir compte de tous les genres de cette famille. Leur étude pourra nous fournir tous les éléments de cette discussion. »

M. G. **Korompay** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé dans la séance du 16 janvier 1899 et inscrit sous le numéro 6065.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note relative à un procédé antique, fondé sur l'emploi d'une terre bitumineuse, contre des parasites de la vigne que l'auteur considère comme identiques au Phylloxera.

Cette Note sera transmise à la Commission du Phylloxera.

M. V. **Turquan** adresse une Note relative au *rayon vert*.

M. **Honoré** adresse une Note relative à un projet d' « automobile de guerre ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale, par l'organe de son Doyen M. *Schlœsing*, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Aimé Girard* :

En première ligne, par ordre alphabétique . . . MM. **Risler**, **Roux**.

En deuxième ligne, par ordre alphabétique . . . MM. **Maquenne**, **Schlœsing** fils.

Les titres de ces candidats sont discutés. L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 janvier 1899.

(*Suite.*)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans. Tome XXXVI. Nos 3 et 4, 1897. Orléans, Michau et Cie; 1 br. in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques, par C.-A. Laisant et X. Antomari. Tome XVIII. Janvier 1899. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 br. in-8°.

Journal du Ciel, par Joseph Vinot. Février 1899. 1 br. in-4°.

Bulletin de la Société française de tempérance. Tome IV, 1898. N° 7. Paris, Asselin et Houzeau; 1 br. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, par M. E. Collignon. Paris, 1898. N° 12. Tome III; 1 vol. in-4°.

Bulletin astronomique, publié par l'Observatoire de Paris. Tome XVI. Janvier 1899. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 br. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Tome XXII. Décembre 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 br. in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie. Tome XIX. Paris, Société de Géographie, 1898; 1 br. in-8°.

Revue de Mécanique. Tome III. N° 6. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 1 br. in-4°.

Les actualités chimiques. Directeur : M. Ch. Friedel, de l'Institut. Tome III. N° 10. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 br. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 janvier 1899.

Études sur les méthodes et les instruments des nivellements de précision, par C.-M. Goulier, Colonel du Génie en retraite. Paris, Imprimerie Nationale et librairie Gauthier-Villars, 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. J. Bertrand.)

Recherches de Chimie et de Physiologie appliquées à l'Agriculture, par A. Petermann. Tomes I, II, III. Liége, Charles Desoer, et Paris, G. Masson, 1886 et 1898; 3 vol. in-8°. (Présentés par M. Dehérain.)

Beryllium und seine Verbindungen, von Paul Lebeau. Frankfurt a. M. Druckerei Gebrüder Fey, 1898; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Moissan.)

Notice sur les Travaux scientifiques de M. Th. Schlœsing fils. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 fasc. in-4°.

Les reptiles actuels et fossiles, par M. A. Lavocat. Toulouse, Douladoure-Privat, 1898; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Revue maritime. Tome CXXXIX. Décembre 1898. Paris, R. Chapelot et Cie; 1 vol. in-8°.

L'Électrochimie. Directeur : Adolphe Minet, N° 12. Décembre 1898. Paris, Imp, H. Richard; 1 fasc. in-4°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France. Tome XX. Décembre 1898. Paris, Imp. L. Maretheux; 1 br. in-8°.

Annales médico-psychologiques. Huitième série. Tome IX. Paris, Masson et Cie; 1 br. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire. VIIIe série. Tome V. N° 24. 1898. Paris, Asselin et Houzeau; 1 br. in-8°.

Revue géologique suisse pour l'année 1897, par H. Schardt. N° 28. Genève, Georg et Cie, 1898; 1 fasc. in-8°.

Annali dell' ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano. Vol. XVI, Parte II, 1894; Vol. XVI, Parte II, 1895; Vol. XVII, Parte I, 1895; Vol. XVIII, Parte II, 1896. Roma, G. Bertero; 4 vol. in-4°.

Anales de la Sociedad española de Historia natural. Série II. Tome XXVII. Madrid, Don J. Bolivar, 1898; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 janvier 1899.

Traité d'Analyse chimique quantitative par électrolyse, par J. Riban. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Troost.)

Recherches géologiques et pétrographiques sur le massif du mont Blanc, par Louis Duparc et Ludovic Mrazec. Genève, Georg et Cie, et Paris, G. Fischbacher, 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale. Tome XII, IIIe livraison, 1898. Saint-Étienne, J. Thomas et Cie; 1 vol. in-8°, avec atlas.

Société des Ingénieurs civils de France. Table des matières, année 1898. Paris, Chaix; 1 br. in-8°.

L'avenir de l'Automobile et du Cycle. Janvier 1899. Saint-Denis, Bouillant; 1 fasc. in-4°.

Revue internationale des falsifications. Président : M. le prof. Brouardel. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1899; 1 fasc. in-4°.

Acta Societatis Scientiarum fennicæ. Tomes XXII et XXIII. Helsingforsiæ, ex officina typographica Societatis litterariæ fennicæ, 1897; 2 vol. in-4°.

Annales du Musée du Congo; illustrations de la flore du Congo, par Em. de Wildeman et Th. Durand. Tome I, fasc. I. Bruxelles, Ch. Vande Weghe, 1898; 1 fasc. gr. in-4°.

Annales du Musée du Congo; matériaux pour la faune du Congo, par G.-A. Boulenger. Tome I, fasc. I. Bruxelles, Ch. Vande Weghe, 1898; 1 fasc. gr. in-4°.

The journal of the College of Science imperial university of Tokyo. Vol. IX, part III; Vol. X, part III; Vol. XI, part I; Vol. XII, part I, II et III. Published by the university, Tokyo, Japan, 1898; 6 fasc. in-8°.

Annales de la Société scientifique de Bruxelles. 1897-98. Louvain, J. Thirion, 1898; 1 vol. in-8°.

Commissâo géographica e géologica de Sâo Paulo. Dados climatologicos do anno de 1893, 1894, 1895, 1896 et 1897. S. Paulo, Vanorden et Cie, 1898; 5 fasc. in-8°.

Annuaire de l'observatoire royal de Belgique, 1898 (*supplément*) et 1899. Bruxelles, Hayez, 1899; 2 vol. petit in-8°.

Bulletin de la Société physico-mathématique de Kasan. Deuxième série. Tome VIII, n°s 2 et 3. Kasan, 1898; 2 fasc. in-8°.
